

秦大同 谢里阳 主编

MODERN  
HANDBOOK  
OF MECHANICAL  
DESIGN

现代  
机械设计手册

单行本

# 液力传动设计



化学工业出版社

秦大同 谢里阳 主编

MODERN  
HANDBOOK  
MECHANICAL  
DESIGN

现代  
机械设计手册

单行本

# 液力传动设计



化学工业出版社

· 北京 ·

《现代机械设计手册》单行本共 16 个分册，涵盖了机械常规设计的所有内容。各分册分别为：《机械制图及精度设计》、《零部件结构设计与禁忌》、《常用机械工程材料》、《连接件与紧固件》、《轴及其连接件设计》、《轴承》、《机架、导轨及机械振动设计》、《弹簧设计》、《机构设计》、《机械传动设计》、《润滑与密封设计》、《液力传动设计》、《液压传动与控制设计》、《气压传动与控制设计》、《机电系统设计》、《疲劳强度与可靠性设计》。

本书为《液力传动设计》，主要介绍了液力传动设计基础、液力变矩器、液力机械变矩器、液力耦合器、液黏传动等。本书可作为机械设计人员和有关工程技术人员的工具书，也可供高等院校有关专业师生参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

液力传动设计/秦大同，谢里阳主编. —北京：化学工业出版社，2013. 3  
(现代机械设计手册：单行本)  
ISBN 978-7-122-16329-5

I. ①液… II. ①秦… ②谢… III. ①液力传动-技术手册 IV. ①TH137.33-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 009525 号

---

责任编辑：张兴辉 王 焯 贾 娜  
责任校对：关雅君

装帧设计：尹琳琳

---

出版发行：化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 24¼ 字数 746 千字 2013 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询：010-64518888(传真：010-64519686) 售后服务：010-64518899

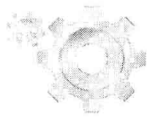
网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

---

定 价：48.00 元

版权所有 违者必究



## 《现代机械设计手册》单行本出版说明

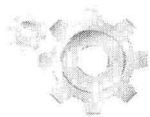
《现代机械设计手册》是化学工业出版社顺应现代机械设计时代发展要求而精心策划的大型出版项目，旨在将传统设计和现代设计有机结合，即结构设计、传动设计和控制设计有机融合，力求体现“内容权威、凸显现代、实用可靠、简明便查”的特色。

《现代机械设计手册》自2011年3月出版以来，赢得了广大机械设计工作者的青睐和好评，荣获2011年全国优秀畅销书和2012年中国机械工业科学技术奖。广大读者在给予《现代机械设计手册》充分肯定的同时，也指出了《现代机械设计手册》装帧厚重，不便携带和翻阅。为了给读者提供篇幅较小、便携便查、定价低廉、针对性更强的实用性工具书，根据读者的反映和建议，我们在深入调研的基础上，推出《现代机械设计手册》单行本。

单行本保留了《现代机械设计手册》的优势和特色，结合机械设计人员工作细分的实际状况，从设计工作的实际出发，将原来的6卷33篇进行合并、删减，重新整合为16个分册，分别为：《机械制图及精度设计》、《零部件结构与禁忌》、《常用机械工程材料》、《连接件与紧固件》、《轴及其连接件设计》、《轴承》、《机架、导轨及机械振动设计》、《弹簧设计》、《机构设计》、《机械传动设计》、《润滑与密封设计》、《液力传动设计》、《液压传动与控制设计》、《气压传动与控制设计》、《机电系统设计》、《疲劳强度与可靠性设计》。

《现代机械设计手册》单行本，是为了适应机械设计行业发展和广大读者的需要而编辑出版的，将与《现代机械设计手册》（6卷本）一起，成为机械设计工作者、工程技术人员和广大读者的良师益友。

化学工业出版社



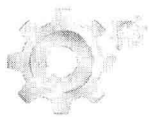
振兴装备制造业是中国由机械制造大国走向机械制造强国的必由之路。近年来，在国家大力发展装备制造业的政策号召和驱使下，我国的机械工业获得了巨大的发展，自主创新的能力不断加强，一批高技术、高性能、高精尖的现代化装备不断涌现，各种新材料、新工艺、新结构、新产品、新方法、新技术不断产生、发展并投入实际应用，大大提升了我国机械设计与制造的技术水平和国际竞争力。

但是，总体来看，我国的装备制造业仍处于较低的水平，距离世界发达国家还有很大的差距。机械设计是装备制造的龙头，是装备制造过程中的核心环节，因此全面提升我国机械设计人员的设计能力和技术水平非常关键。近年来，各种先进技术在机械行业的应用和发展，正在使机械设计的传统内涵发生巨大变化，这就给广大机械设计人员提出了更高的要求：一方面，当前先进的、现代化的机械装备都是机、电、液、光等技术的有机结合体，尤其是控制技术、信息技术、网络技术的发展和运用，使得设备越来越智能化、现代化，这已经成为现代机械设计的发展方向 and 趋势，如何实现这些技术的有机融合将至关重要；另一方面，各种现代的机械设计方法，已经突破前些年的理论研究阶段，正逐步应用于设计、生产实际，越来越发挥其重要的作用；还有，随着计算机硬件性能和软件水平的持续提高，计算机技术已全面深入地渗透到机械领域，各种设计技术、计算技术、设计工具在机械设计与制造中的广泛应用，使得设计人员的创造性思维得到前所未有的解放，设计手段极大丰富。

伴随着这些变化，传统的机械设计资料、机械设计工具书已逐渐呈现出诸多不足，不能完全满足新时期机械设计人员的实际工作需要。针对这种情况，化学工业出版社顺应时代发展的要求，在对高等院校、科研院所、制造企业的科研工作者和机械设计人员进行广泛调研的基础上，邀请众多国内机械设计界的知名专家合力编写了一套全新的、符合现代机械设计潮流的大型工具书——《现代机械设计手册》，这是一项与时俱进、有重大意义的创新工程，对推动我国机械设计技术的发展将发挥重要的作用。因其在机械设计领域重要的科学价值、实用价值和现实意义，《现代机械设计手册》荣获 2009 年国家出版基金资助。

化学工业出版社在机械设计大型工具书的出版方面历史悠久、经验丰富，深得广大机械设计人员和工程技术人员的信赖。为了扎实、高效地进行《现代机械设计手册》编写和出版工作，化学工业出版社组织召开了多次编写和审稿工作会议，充分考虑读者在手册使用上的特点和需求，确定了手册的整体构架、篇目设置、编写原则和风格，针对编写大纲进行了充分细致的研讨，对书稿内容的编、审工作进行了细致周密的安排，确保了整部手册的内容质量和工作进度。

《现代机械设计手册》的定位不同于一般技术手册，更不同于一般学习型的技术图书，



它是一部合理收集取舍、科学编排通用机械设计常用资料，符合现代机械设计潮流的综合性手册。具体来说，有以下六大特色。

### 1. 权威性 ★★★★★

《现代机械设计手册》阵容强大，编、审人员大都来自于设计、生产、教学和科研第一线，具有深厚的理论功底、丰富的设计实践经验。他们中很多人都是所属领域的知名专家，在业内有广泛的影响力和知名度，获得过多项科技进步奖、发明奖和技术专利，承担了许多机械领域国家重要的科研和攻关项目。这支专业、权威的编审队伍确保了手册准确、实用的内容质量。

### 2. 现代感 ★★★★★

追求现代感，体现现代机械设计气氛，满足时代的要求，是《现代机械设计手册》的基本宗旨。“现代”二字主要体现在：新标准、新技术、新结构、新工艺、新产品、现代的设计理念、现代的设计方法和现代的设计手段等几个方面。在体现现代元素的同时，也不是一味求新，而是收录目前已经普遍得到大家公认的、成熟的、实用的技术、方法、结构和产品。《现代机械设计手册》注意传统设计与现代设计的融合，注重机、电设计的有机结合，注重实用性的同时兼顾最新的研究应用成果。

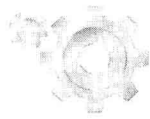
在新技术方面，许多零部件的设计内容都兼顾了当前高新技术装备的设计，例如第13篇“带、链传动”介绍了金属带等新型的传动方式，第14篇“齿轮传动”收录了新型锥齿轮、塑料齿轮的设计和应用，第8篇“滑动轴承”收录了气体润滑轴承、箔片轴承、电磁轴承等新型轴承的设计和应用，第4篇“机械工程材料”收录了复合材料等目前已广泛应用的一些新型工程材料。

在现代设计手段的应用方面，例如机械零部件设计部分，注重现代设计方法（例如有限元分析、可靠性设计等）在机械零部件设计中的应用，并给出了相应的设计实例；第11篇“机构”篇中，平面机构的运动分析通过计算机编程来实现，并提供了相应的程序代码，大大提高了分析的准确性和设计效率；在产品的设计和选择方面，推荐了应用广泛的、节能的、可靠的产品。

在贯彻新标准方面，收录并合理编排了目前最新颁布的国家和行业标准。

### 3. 实用性 ★★★★★

即选编机械设计人员实际需要的内容。手册内容的选定、深度的把握、资料的取舍和章节的编排，都坚持从设计和生产的实际需要出发。例如第5卷机电控制设计中，完全站在机械设计人员的角度来写——注重产品如何选用，摒弃了控制的基本原理，突出机电系



统设计,控制元器件、传感器、电动机部分注重介绍主流产品的技术参数、性能、应用场合、选用原则,并给出了相应的设计选用实例;第6卷现代机械设计方法中摒弃或简化了繁琐的数学推导,突出了最终的计算结果,结合具体的算例将设计方法通俗地呈现出来,便于读者理解和掌握。

为方便广大读者的使用和查阅,手册在具体内容的表述上,采用以图表为主的编写风格。这样既增加了手册的信息容量,更重要的是方便了读者的使用和查阅,有利于提高设计人员的工作效率和设计速度。

#### 4. 通用性 ★★★★★

本手册以通用的机械零部件和控制元器件设计、选用内容为主,不包括具体的专业机械设计的内容。主要包括机械设计基础资料、机械通用零部件设计、机械传动系统设计、液力液压和气压传动系统设计与控制、机构设计、机架设计、机械振动设计、光机电一体化系统设计以及控制设计等,能够满足各类机械设计人员的工作需求。

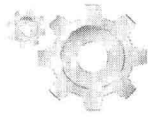
#### 5. 准确性 ★★★★★

本手册尽量采用原始资料,公式、图表、数据准确,方法、工艺、技术成熟。所有产品、材料和工艺方面的标准均采用最新公布的标准资料,对于标准规范的编写,手册没有简单地照抄照搬,而是采取选用、摘录、合理编排的方式,强调其科学性和准确性,尽量避免差错和谬误。所有设计方法、计算公式、参数选用均经过长期检验,设计实例、各种算例均来自工程实际。手册中收录通用性强的、标准化程度高的产品,供设计人员在了解企业实际生产品种、规格尺寸、技术参数,以及产品质量和用户的实际反映后选用。

#### 6. 全面性 ★★★★★

本手册一方面根据机械设计人员的需要,按照“基本、常用、重要、发展”的原则选取内容;另一方面兼顾了制造企业和大型设计院两大群体的设计特点,即制造企业侧重基础性的设计内容,而大型的设计院、工程公司侧重于产品的选用。本手册强调产品设计与工艺技术的紧密结合,倡导结构设计与造型设计的有机统一,重视工艺技术与选用材料的合理搭配,使产品设计更加全面和可行。

三年多来,经过广大编审人员和出版社的不懈努力,《现代机械设计手册》将以崭新的风貌和鲜明的时代气息展现在广大机械设计工作者面前。值此出版之际,谨向所有给过我们大力支持的单位和各界朋友们表示衷心的感谢!



液力传动设计

第 1 章 液力传动设计基础

- 1.1 液力传动的定义、特点及应用 ..... 3
- 1.2 液力传动的术语、符号 ..... 4
  - 1.2.1 液力传动术语 ..... 4
  - 1.2.2 液力元件符号 ..... 7
- 1.3 液力传动理论基础 ..... 8
  - 1.3.1 基本控制方程 ..... 8
  - 1.3.2 基本概念和定义 ..... 11
  - 1.3.3 液体在叶轮中的运动 ..... 12
    - 1.3.3.1 速度三角形及速度的分解 ..... 12
    - 1.3.3.2 速度环量 ..... 13
    - 1.3.3.3 液体在无叶栅区的流动 ..... 13
  - 1.3.4 欧拉方程 ..... 13
    - 1.3.4.1 动量矩方程 ..... 13
    - 1.3.4.2 理论能头 ..... 14
- 1.4 液力传动的工作液体 ..... 14
  - 1.4.1 液力传动油的基本要求 ..... 14
  - 1.4.2 常用液力传动油 ..... 15
  - 1.4.3 水基难燃液 ..... 15

第 2 章 液力变矩器

- 2.1 液力变矩器的工作原理、特性 ..... 17
  - 2.1.1 液力变矩器的工作原理 ..... 17
    - 2.1.1.1 液力变矩器的基本结构 ..... 17
    - 2.1.1.2 液力变矩器的工作过程和变矩原理 ..... 17
    - 2.1.1.3 液力变矩器常用参数及符号 ..... 18
  - 2.1.2 液力变矩器的特性 ..... 20
- 2.2 液力变矩器的分类及主要特点 ..... 23
- 2.3 液力变矩器的压力补偿及冷却系统 ..... 26
  - 2.3.1 补偿压力 ..... 26
  - 2.3.2 冷却循环流量和散热面积 ..... 27

- 2.4 液力变矩器的设计方法 ..... 27
  - 2.4.1 相似设计法 ..... 27
  - 2.4.2 统计经验设计方法 ..... 29
  - 2.4.3 理论设计法 ..... 32
    - 2.4.3.1 基于一维束流理论的设计方法 ..... 32
    - 2.4.3.2 基于二维流动理论的设计方法 ..... 43
    - 2.4.3.3 CFD/CAD 现代设计方法 ..... 43
  - 2.4.4 逆向设计法 ..... 47
- 2.5 液力变矩器的试验 ..... 50
  - 2.5.1 试验台架 ..... 50
  - 2.5.2 试验方法 ..... 50
    - 2.5.2.1 外特性试验 ..... 50
    - 2.5.2.2 液力元件内特性试验 ..... 52
- 2.6 液力变矩器的选型 ..... 54
  - 2.6.1 液力变矩器的形式和参数选择 ..... 54
  - 2.6.2 液力变矩器系列型谱 ..... 55
  - 2.6.3 液力变矩器与动力机的共同工作 ..... 55
    - 2.6.3.1 输入功率 ..... 56
    - 2.6.3.2 泵轮特性曲线族和涡轮特性曲线族 ..... 56
    - 2.6.3.3 液力变矩器有效直径和公称转矩选择 ..... 58
    - 2.6.3.4 液力变矩器和动力机共同工作的输入特性曲线和输出特性曲线 ..... 58
  - 2.6.4 液力变矩器与动力机的匹配 ..... 58
  - 2.6.5 液力变矩器与动力机匹配的优化 ..... 60
- 2.7 液力变矩器的产品型号与规格 ..... 61
  - 2.7.1 单级单相向心涡轮液力变矩器 ..... 61
  - 2.7.2 多相单级和闭锁液力变矩器 ..... 104
  - 2.7.3 可调液力变矩器 ..... 112
  - 2.7.4 液力变矩器传动装置 ..... 114
- 2.8 液力变矩器的应用及标准状况 ..... 122



2.8.1 液力变矩器的应用 .....	122
2.8.2 国内外标准情况和对照 .....	122

### 第 3 章 液力机械变矩器

3.1 液力机械变矩器的分类及原理 .....	124
3.1.1 功率内分流液力机械变矩器 .....	124
3.1.1.1 导轮反转内分流液力机械变矩器 .....	124
3.1.1.2 多涡轮内分流液力机械变矩器 .....	125
3.1.2 功率外分流液力机械变矩器 .....	125
3.1.2.1 基本方程 .....	125
3.1.2.2 用于特定变矩器的方程 .....	129
3.1.2.3 分流传动特性的计算方法及实例 .....	132
3.1.2.4 外分流液力机械变矩器的方案汇总 .....	135
3.2 液力机械变矩器的应用 .....	137
3.2.1 功率内分流液力机械变矩器的应用 .....	137
3.2.1.1 导轮反转内分流液力机械变矩器 .....	137
3.2.1.2 双涡轮内分流液力机械变矩器 .....	139
3.2.2 功率外分流液力机械变矩器的应用 .....	140
3.2.2.1 分流差速液力机械变矩器的应用 .....	140
3.2.2.2 汇流差速液力机械变矩器的应用 .....	143
3.3 液力机械变矩器产品规格与型号 .....	144
3.3.1 双涡轮液力机械变矩器产品 .....	144
3.3.2 导轮反转液力机械变矩器产品 .....	156
3.3.3 功率外分流液力机械变矩器产品 .....	157
3.3.4 液力机械传动装置产品 .....	159

### 第 4 章 液力偶合器

4.1 液力偶合器的工作原理 .....	162
4.2 液力偶合器特性 .....	163
4.2.1 液力偶合器的特性参数 .....	163
4.2.2 液力偶合器特性曲线 .....	164
4.2.3 影响液力偶合器特性的主要因素 .....	166
4.3 液力偶合器分类、结构及发展 .....	168

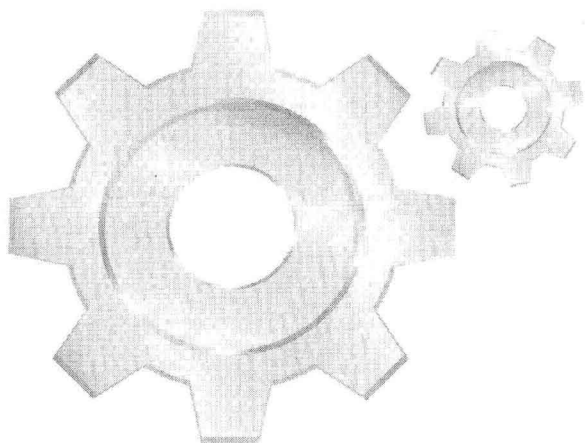
4.3.1 液力偶合器形式和基本参数 (GB/T 5837—2008) .....	168
4.3.1.1 形式和类别 .....	168
4.3.1.2 基本参数 .....	171
4.3.2 液力偶合器部分充液时的特性 .....	171
4.3.3 普通型液力偶合器 .....	172
4.3.4 限矩型液力偶合器 .....	172
4.3.4.1 静压泄液式限矩型液力偶合器 .....	175
4.3.4.2 动压泄液式限矩型液力偶合器 .....	175
4.3.4.3 复合泄液式限矩型液力偶合器 .....	186
4.3.5 普通型、限矩型液力偶合器的安全保护装置 .....	187
4.3.5.1 普通型、限矩型液力偶合器易熔塞 (JB/T 4235—1999) .....	187
4.3.5.2 刮板输送机用液力偶合器易爆塞技术要求 (MT/T 466—1995) .....	187
4.3.6 调速型液力偶合器 .....	192
4.3.6.1 进口调节式调速型液力偶合器 .....	196
4.3.6.2 出口调节式调速型液力偶合器 .....	202
4.3.6.3 复合调节式调速型液力偶合器 .....	210
4.3.7 液力偶合器传动装置 .....	211
4.3.8 液力减速器 .....	225
4.3.8.1 机车用液力减速(制动)器 .....	225
4.3.8.2 汽车用液力减速(制动)器 .....	226
4.3.8.3 固定设备用液力减速(制动)器 .....	228
4.4 液力偶合器设计 .....	230
4.4.1 液力元件的类比设计 .....	230
4.4.2 限矩型液力偶合器设计 .....	232
4.4.2.1 工作腔模型(腔型)及选择 .....	232
4.4.2.2 限矩型液力偶合器的辅助腔 .....	235
4.4.2.3 限矩型液力偶合器的叶轮结构 .....	235
4.4.2.4 工作腔有效直径的确定 .....	237
4.4.2.5 叶片数目和叶片厚度 .....	237
4.4.3 调速型液力偶合器设计 .....	237
4.4.3.1 泵轮强度计算 .....	237
4.4.3.2 泵轮强度有限元分析简介 .....	241
4.4.3.3 液力偶合器的轴向力 .....	242



5.4	液黏传动的工作液体 .....	349	5.6.1	平行轴传动液黏调速装置 .....	362
5.5	液黏调速离合器 .....	349	5.6.2	差动轮系 CST 液黏调速 装置 .....	362
5.5.1	集成式液黏调速离合器 .....	349	5.7	硅油风扇离合器 .....	365
5.5.2	分离式液黏调速离合器 .....	350	5.8	硅油离合器 .....	368
5.5.3	液黏调速离合器运行特性 .....	353	5.9	液黏测功器 .....	369
5.5.4	液黏传动的摩擦副 .....	358	5.10	其他液黏传动元件 .....	370
5.5.5	液黏调速离合器的性能特点及 应用节能 .....	359	5.11	液黏传动在液力变矩器上的应用 .....	371
5.5.6	液黏调速离合器常见故障与排除 方法 .....	360	5.12	国内外液黏元件标准情况与对照 .....	372
5.5.7	国外液黏调速离合器的转速调控 系统 .....	360	<b>参考文献</b> .....		373
5.6	液黏调速装置 .....	362			

# 液力传动设计

主 编	马文星	杨乃乔			
撰 稿	马文星	杨乃乔	邓 菲	邹铁汉	邓洪超
	曹晓宁	王宏卫	潘志勇	徐 辉	宋 斌
	刘春宝	郑广强	仵晓强	吴根生	才 委
	熊以恒	王 涛	何延东	柴博森	姜丽英
	卢秀泉	范丽丹	侯继海	张 浦	李雪松
审 稿	方佳雨	刘春朝	刘伟辉		

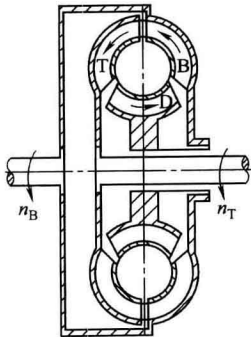
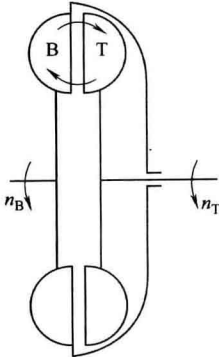




# 第 1 章 液力传动设计基础

## 1.1 液力传动的定义、特点及应用

表 1-1 液力传动的定义、特点及应用

<p>在传动系统中,若有一个或一个以上的环节以液体为工作介质传递动力,则此传动系统定义为液体传动系统。在液体传动系统中,以液体传递动力的环节称为液体传动元件</p> <p>运动液体的能量以三种形式存在,即压力能、动能和位能。在液体元件传递能量的过程中,机械能首先转变为液体能,再由液体能转变为机械能。以液体为工作介质,在两个或两个以上叶轮组成的工作腔内,主要依靠工作液体动量矩的变化传递或实现能量的变换,则称为液力传动,其相应的元件称为液力传动元件。在传动系统中若有一个或一个以上的环节采用液力元件传递动力时则称为液力传动系统</p> <p>液力传动元件的基本形式为液力变矩器和液力耦合器,其简图如图(a)和图(b)所示</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>图(a) 液力变矩器 B—泵轮; T—涡轮; D—导轮</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图(b) 液力耦合器 B—泵轮; T—涡轮</p> </div> </div> <p>基本的液力变矩器由泵轮、涡轮和导轮三个叶轮组成,形成一个封闭的工作液体循环流动空间,各叶轮上分布若干空间弯曲叶片。液力耦合器为仅由泵轮和涡轮两个叶轮组成的元件,且一般为径向排列的平面直叶片</p>	<p>液力传动元件分为液力变矩器、液力耦合器和液力机械变矩器。通常,液力变矩器、液力耦合器和液力机械变矩器与机械变速器组合在一起而成为液力传动装置</p>						
<p>分类</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">液力变矩器</td> <td>液力变矩器的基本结构形式由泵轮、涡轮和导轮三个叶轮组成。泵轮的输入端和涡轮输出端不存在刚性连接。由于导轮的作用使得在输出轴转速较低时,涡轮输出转矩大于泵轮输入转矩。实际上它是以液体为工作介质的转矩变换器,故称液力变矩器</td> </tr> <tr> <td>液力耦合器</td> <td>液力耦合器只有泵轮和涡轮两个叶轮,若忽略轴承、密封等机械损失,理论上其涡轮输出转矩等于泵轮输入转矩。泵轮和涡轮不存在刚性连接,涡轮输出转速小于泵轮输入转速,存在转差。随着负载的变化,转差也变化。若将液力耦合器的涡轮固定,充入工作液体后固定的涡轮对旋转的泵轮起到制动减速作用,即为液力减速器。实际上液力减速器是工作在涡轮输出转速为零工况的液力耦合器,其作用不是传动而是耗能制动减速</td> </tr> <tr> <td>液力机械变矩器</td> <td>液力机械变矩器一般由液力变矩器与齿轮机构组合而成,同样具有无级变矩和变速能力,其性能相当于一个新的液力变矩器。其特点是存在功率分流。按功率分流方式分为功率内分流液力机械变矩器和功率外分流液力机械变矩器。功率内分流液力机械变矩器的功率分流产生在液力变矩器内部,如双涡轮液力变矩器、导轮可反转液力机械变矩器等;而液力变矩器与行星机构的各种组合传动属于功率外分流液力机械变矩器,动力机的功率被液力变矩器和行星排的构件分流,部分功率经由液力变矩器传动,其他功率则经由机械元件传递</td> </tr> </table>	液力变矩器	液力变矩器的基本结构形式由泵轮、涡轮和导轮三个叶轮组成。泵轮的输入端和涡轮输出端不存在刚性连接。由于导轮的作用使得在输出轴转速较低时,涡轮输出转矩大于泵轮输入转矩。实际上它是以液体为工作介质的转矩变换器,故称液力变矩器	液力耦合器	液力耦合器只有泵轮和涡轮两个叶轮,若忽略轴承、密封等机械损失,理论上其涡轮输出转矩等于泵轮输入转矩。泵轮和涡轮不存在刚性连接,涡轮输出转速小于泵轮输入转速,存在转差。随着负载的变化,转差也变化。若将液力耦合器的涡轮固定,充入工作液体后固定的涡轮对旋转的泵轮起到制动减速作用,即为液力减速器。实际上液力减速器是工作在涡轮输出转速为零工况的液力耦合器,其作用不是传动而是耗能制动减速	液力机械变矩器	液力机械变矩器一般由液力变矩器与齿轮机构组合而成,同样具有无级变矩和变速能力,其性能相当于一个新的液力变矩器。其特点是存在功率分流。按功率分流方式分为功率内分流液力机械变矩器和功率外分流液力机械变矩器。功率内分流液力机械变矩器的功率分流产生在液力变矩器内部,如双涡轮液力变矩器、导轮可反转液力机械变矩器等;而液力变矩器与行星机构的各种组合传动属于功率外分流液力机械变矩器,动力机的功率被液力变矩器和行星排的构件分流,部分功率经由液力变矩器传动,其他功率则经由机械元件传递
液力变矩器	液力变矩器的基本结构形式由泵轮、涡轮和导轮三个叶轮组成。泵轮的输入端和涡轮输出端不存在刚性连接。由于导轮的作用使得在输出轴转速较低时,涡轮输出转矩大于泵轮输入转矩。实际上它是以液体为工作介质的转矩变换器,故称液力变矩器						
液力耦合器	液力耦合器只有泵轮和涡轮两个叶轮,若忽略轴承、密封等机械损失,理论上其涡轮输出转矩等于泵轮输入转矩。泵轮和涡轮不存在刚性连接,涡轮输出转速小于泵轮输入转速,存在转差。随着负载的变化,转差也变化。若将液力耦合器的涡轮固定,充入工作液体后固定的涡轮对旋转的泵轮起到制动减速作用,即为液力减速器。实际上液力减速器是工作在涡轮输出转速为零工况的液力耦合器,其作用不是传动而是耗能制动减速						
液力机械变矩器	液力机械变矩器一般由液力变矩器与齿轮机构组合而成,同样具有无级变矩和变速能力,其性能相当于一个新的液力变矩器。其特点是存在功率分流。按功率分流方式分为功率内分流液力机械变矩器和功率外分流液力机械变矩器。功率内分流液力机械变矩器的功率分流产生在液力变矩器内部,如双涡轮液力变矩器、导轮可反转液力机械变矩器等;而液力变矩器与行星机构的各种组合传动属于功率外分流液力机械变矩器,动力机的功率被液力变矩器和行星排的构件分流,部分功率经由液力变矩器传动,其他功率则经由机械元件传递						

续表

特点	自动适应性能	当外载荷增大时,液力变矩器涡轮输出转矩随之增加,转速自动降低;而外载荷减小时,涡轮输出转矩随之减小,转速自动升高,这种特点称之为自动适应性。利用这一性能可简化传动系统操纵,易于实现自动控制
	透穿性能	透穿性是指泵轮转速(或转矩)不变时,泵轮转矩(或转速)随涡轮转矩和转速变化(载荷变化)而变化的性能。液力变矩器类型和结构不同,其透穿性也不同。分为不可透穿、正透穿、负透穿、混合透穿等几种透穿性能。各类液力耦合器均具有可透穿性
	防振隔振性能	液力传动为柔性传动,输入端和输出端无刚性连接,可以减弱动力机的扭振和来自负载的振动,减缓冲击,提高动力机和传动装置的寿命,并提高车辆乘坐舒适性
	无级调速性能	在动力机外特性和载荷特性不变的情况下,可调式液力变矩器和调速型液力耦合器都可无级地调节工作机的转速,因而可节能
	反转制动性能	轴流式或者离心涡轮式液力变矩器具有良好的反转制动性能
	带载启动性能	装有液力传动的设备可以带载启动,实现动力机空载起步、软启动,使动力机的稳定工况区扩大。如果动力机是内燃机则不易熄火
	多机并车性能	当工作机采用多台动力机驱动时,液力传动易于并车并能自动协调载荷分配
	过载保护性能	在一定的泵轮转速下,泵轮、涡轮和导轮的转矩只能在一定范围内随工况变化。如果载荷转矩达到涡轮的最大转矩,则涡轮转速减小直至为零。在此过程中,各叶轮的转矩不会超出其固有的变化范围,因而对动力机和工作机均可起到过载保护作用
	效率	液力传动的效率随工况变化,液力变矩器的最高效率约为85%~90%,液力耦合器的效率约为96%~98%
	辅助系统	除普通型和限矩型液力耦合器外,通常液力元件需要外加补偿、润滑和冷却等辅助系统
应用	作为车辆的传动系统	装载机、推土机、平地机、叉车等工程车辆、内燃机车、重型卡车、军用车辆和商用车应用液力变矩器,均可获得优良性能
	用于工作机的调速	电厂的锅炉给水泵、锅炉送风机与引风机、钢厂转炉除尘风机、石油管道输油泵等设备采用调速型液力耦合器,可按工艺流程需要调节工作机转速,因而具有明显的节能效果;挖泥船及钻机的起重设备应用可调式液力变矩器,可满足提升和下放作业频繁交替、变速和操作简单的要求
	用于大惯量设备的启动	带式输送机、刮板输送机、球磨机、破碎机、塔式起重机等大惯量设备启动困难,需要选用较大容量电机,且对电网有冲击。应用限矩型液力耦合器可使电机空载起步,实现软启动,即缓慢启动负载,从而降低电机容量,提高运行效率和电机功率因数,使设备顺利启动与运行,并具有节能效果
	对设备的过载保护	刮板输送机、带式输送机等设备应用限矩型液力耦合器,在过载时可保护设备不受损坏。工程机械的载荷变化很大,常常过载,液力传动可防止过载,传动系统零部件寿命大大提高
	多动力的并车传动	在船舶、钻机及其他机械中采用几个动力机驱动同一工作装置,应用液力传动使多机并车,实现动力机工作协调和功率平衡,并可顺序延时启动,降低启动冲击载荷和电流
	用于反转变向	要使工作机正、反转变向,可用液力传动来实现,如采用液力自动换挡变速器
	用于车辆和设备的减速制动	液力减速器是一种特殊的液力耦合器,在重型卡车、内燃机车、下运带式输送机有广泛的应用。液力变矩器的涡轮反制动性可控制重物下放的速度,在特种起重设备上有应用

## 1.2 液力传动的术语、符号

### 1.2.1 液力传动术语

表 1-2 液力传动术语 (GB/T 3858—1993)

序号	术 语	代号	定 义	备 注
1	液力传动		以液体为工作介质,在两个或两个以上叶轮组成的工作腔内,主要依靠工作液体动量矩的变化传递能量的传动	
	液力元件		液力耦合器、液力变矩器的总称,是液力传动的基本单元	

续表

序号	术 语	代号	定 义	备 注
1	液力耦合器		只有泵轮和涡轮两个叶轮,输出转矩和输入转矩相等的液力元件	日本称“流体继手”,英德称“Fluid coupling”
	液力变矩器		输出转矩和输入转矩之比随工况改变的液力元件	
	液力机械变矩器		由液力元件和齿轮机构组成的传动元件,其特点是存在内、外功率分流	
	液力传动装置		由液力元件与齿轮传动机构组成的传动装置	
	液力耦合器传动装置		由液力耦合器与齿轮传动机构组成的液力传动装置	
	液力变矩器传动装置		由液力变矩器与齿轮传动机构组成的液力传动装置	
	辅助系统		为保证液力元件或液力传动装置正常工作所必需的补偿、润滑、冷却、操纵及控制等系统的总称	
	补偿系统		为补偿液力元件的泄漏,防止汽蚀和保证冷却而设置的供液系统	
液力耦合器				
2	普通型液力耦合器		没有任何限矩、调速机构及其他措施的液力耦合器	英德称“Often filling fluid coupling”
	限矩型液力耦合器		采用某种措施在低转速比时限制力矩升高的液力耦合器	
	静压泄液式限矩型液力耦合器		利用侧辅腔与工作腔的静压平衡,在低转速比时减少工作腔的液体充满度,以限制力矩升高的液力耦合器	
	动压泄液式限矩型液力耦合器		利用液体动压作用,在低转速比时减少工作腔液体充满度,以限制力矩升高的液力耦合器	
	复合泄液式限矩型液力耦合器		利用液流的动、静压作用,在低转速比时减少工作腔液体充满度,以限制力矩升高的液力耦合器	
	调速型液力耦合器		通过改变工作腔充液率来调节输出转速的液力耦合器	英称“Variable filling fluid coupling”
	进口调节式调速型液力耦合器		通过改变工作腔进口流量来调节输出转速的调速型液力耦合器	
	出口调节式调速型液力耦合器		通过改变工作腔出口流量来调节输出转速的调速型液力耦合器	
	复合式调速型液力耦合器		同时改变工作腔进口和出口流量来调节输出转速的调速型液力耦合器	
	单腔液力耦合器		具有一个工作腔的液力耦合器	
	双腔液力耦合器		具有两个工作腔的液力耦合器	
	闭锁式液力耦合器		通过某种机构的作用使得在高转速比时输出、输入轴同步运转的液力耦合器	
液力减压器		泵轮(转子)旋转,涡轮(定子)固定,工作在制动工况的特殊液力耦合器,亦称液力制动器		
液力变矩器				
3	正转液力变矩器		在牵引工况下涡轮和泵轮转向一致的液力变矩器	
	反转液力变矩器		在牵引工况下涡轮和泵轮转向相反的液力变矩器	
	综合式液力变矩器		具有耦合器工况区的液力变矩器	
	可调式液力变矩器		可通过某种措施(如转动叶片等)来调节特性参数的液力变矩器	
	双泵轮液力变矩器		具有连续排列的两个泵轮且两个泵轮之间有一个离合器的液力变矩器	



续表

序号	术 语	代号	定 义	备 注
3	导叶可调液力变矩器		导轮叶片可以绕轴转动从而调节特性参数的液力变矩器	
液力机械变矩器				
4	外分流液力机械变矩器		由液力变矩器与齿轮机构组成,在液力变矩器外部进行功率分流的液力机械变矩器	
	内分流液力机械变矩器		由液力变矩器和齿轮机构组成,在液力变矩器内部进行功率分流的液力机械变矩器	
	双涡轮液力变矩器		具有连续排列的两个涡轮的功率内分流液力变矩器	
	复合分流液力机械变矩器		由液力变矩器与齿轮机构组成,可在液力变矩器内部和外部进行功率分流的液力机械变矩器	
叶轮、结构及性能				
5	叶轮		具有一列或多列叶片的工作轮	
	向心叶轮		使工作液体由周边向中心流动的叶轮	
	离心叶轮		使工作液体由中心向周边流动的叶轮	
	轴流叶轮		使工作液体沿着轴向流动的叶轮	
	泵轮	B	将动力机机械能转变为工作液体动能的叶轮	
	涡轮	T	将工作液体动能转变为机械能输出的叶轮	
	导轮	D	在液力变矩器中,使工作液流动量矩发生变化,但不输出也不吸收机械能,一般情况下不转动的固定叶轮	
	叶片		是叶轮的主要导流部分,它直接改变工作液体的动量矩	
	工作腔		由叶轮叶片表面和引导工作液体运动的内、外环表面所限制的空间(不包括液力耦合器的辅助腔)	
	循环圆		工作腔的轴面投影图,以旋转轴线上半部的形状表示	
	有效直径	$D$	工作腔的最大直径	
	辅助腔		在液力耦合器中,用来调节工作腔液体充满度的不传递能量的无叶片空腔	
	前辅腔		位于泵轮和涡轮中心部位的泄液最先进入的辅助腔	
	后辅腔		由泵轮外壳与后辅腔外壳构成的辅助腔	
侧辅腔		由涡轮外侧和外壳构成的辅助腔		
导管腔		供导管伸缩滑移以导出工作液体的辅助腔		
性能定义与参数				
6	转速比	$i$	涡轮转速与泵轮转速之比 $i = \frac{n_T}{n_B}$	$n_T$ ——涡轮转速 $n_B$ ——泵轮转速
	变矩比	$K$	负的涡轮转矩与泵轮转矩之比 $K = -\frac{T_T}{T_B}$	$T_T$ ——涡轮转矩 $T_B$ ——泵轮转矩
	效率	$\eta$	$\eta = Ki$	
	转差率	$S$	液力耦合器泵轮与涡轮转速差与泵轮转速之百分比 $S = \left( \frac{n_B - n_T}{n_B} \right) \times 100\%$	$S = 1 - i$
	充液量	$q$	充入液力元件工作腔中的工作液体量	