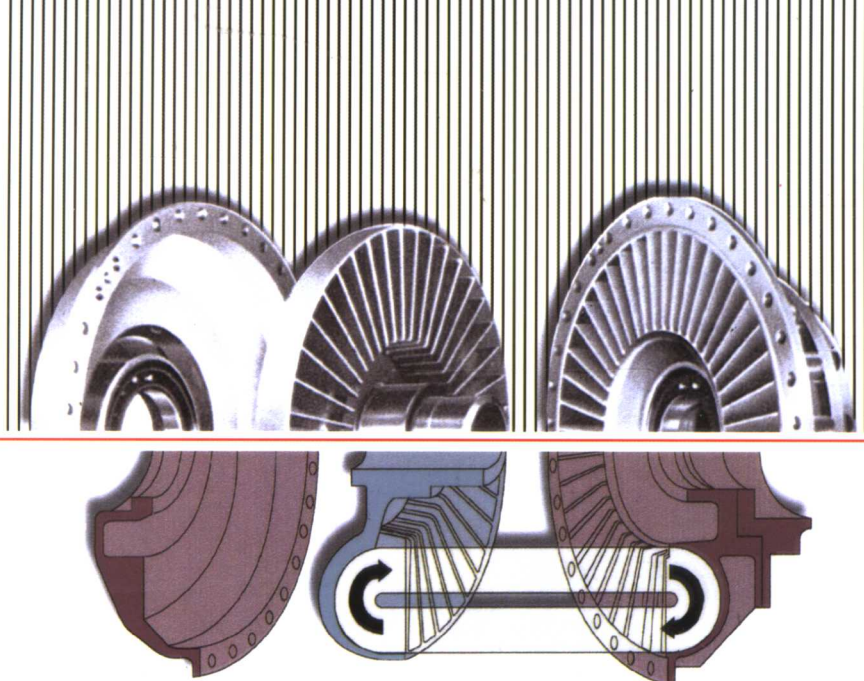




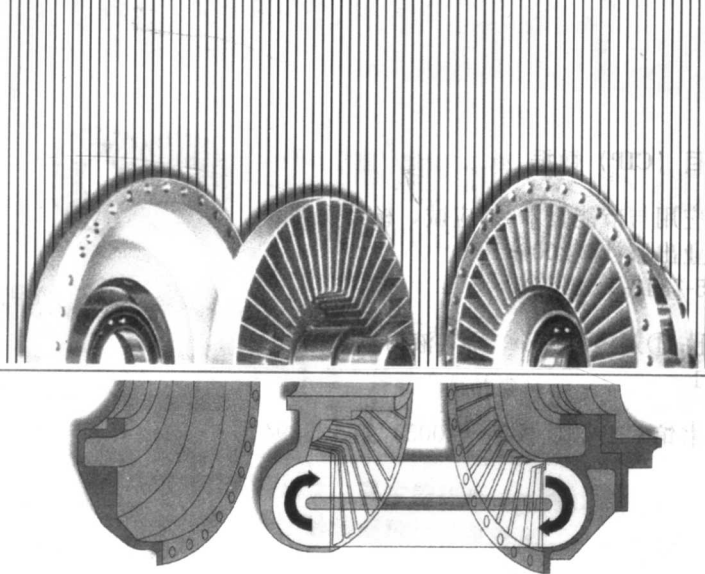
液力耦合器 应用与节能技术

刘应诚 杨乃乔 编著



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心



液力耦合器 应用与节能技术

刘应诚 杨乃乔 编著



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

液力偶合器应用与节能技术/刘应诚, 杨乃乔编著.
北京: 化学工业出版社, 2006. 1
ISBN 7-5025-7843-9

I. 液… II. ①刘…②杨… III. 液力耦合器
IV. TH137.331

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 128294 号

液力偶合器应用与节能技术

刘应诚 杨乃乔 编著

责任编辑: 任文斗

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 郑捷

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 18 $\frac{1}{4}$ 字数 442 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7843-9

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

京化广临字 2005—42 号

前 言

液力耦合器是国家八部委联合推广的节能产品,曾被列为机械工业第3、6、9、12、16、17、18批节能产品推广项目。自1978年我国从原西德和英国引进液力耦合器专有技术以来,在国家大力扶持和推广下,液力传动工业获得了很大发展,液力耦合器在各部门的应用逐步拓展并取得了显著的技术经济效益。

虽然液力耦合器的应用已初见成效,但是与国外相比,与我国节能事业的需要相比,仍有很大差距。究其原因,主要是液力传动这项先进节能技术仍不为更多的人所了解。已有的有关液力传动的书籍,大部分以理论研究和教学为主,缺少理论联系实际、通俗易懂的液力耦合器应用技术方面的读物。节能是永恒的主题,为了建设资源节约型社会,必须推广应用各项节能技术,而要想推广应用节能技术,则必须首先普及节能技术的应用常识,因而出版本书很有必要。

本书共分8章。前3章简要介绍液力传动基础知识,第4章尽其可能地收集了液力耦合器典型结构,为应用选型打下基础。第6章介绍液力耦合器的选型匹配方法和注意事项。第7章介绍液力耦合器的使用与维护。第8章介绍液力耦合器出厂检验和交工验收。第5章介绍液力耦合器的应用与节能,是本书的重点。在此章中较为详细地分析了液力耦合器的优异功能和应用液力耦合器传动的节能原理,并用大量的实例证明了应用液力耦合器传动的节能效果。为了消除人们对液力耦合器与离心式机械匹配低效率的误解,本章还专门对液力耦合器的运行效率进行了分析。衷心希望读者阅读本章后,能对应用液力耦合器传动的节能意义加深理解。

本书的特点是兼收并蓄、博采众长、深入浅出、通俗易懂、联系实际、内容丰富、条理分明、便于阅读,以大量的图表和醒目的标题,以及细分到章、节、段的目录,为读者阅读和查找提供方便。

在本书的编写过程中,得到了国内外众多同行的帮助,并借鉴了许多同行们的宝贵经验,对此作者表示衷心感谢。

本书适合电力、冶金、煤炭、矿山、石油、化工、建材、建筑、轻工、纺织、制革、粮油、港口、市政、交通等部门所属企业的相关技术人员、设备管理和使用人员、设计院的科研设计人员阅读,亦可供工科院校的师生们和液力耦合器制造与营销人员参考。

本书不是教材,阅读时不必从头学起。可以先看第5章,在对液力耦合器的功能和应用液力耦合器传动的节能效益有了认识之后,再联系本单位的实际情况,寻找大惯量、难启动、经常烧电机、经常出故障的设备或需要调速运行的风机、水泵等进行节能改造。采用边干边学、学以致用、理论联系实际、急用先学的学习方法,逐步地完成其他章节的学习。

本书由刘应诚、杨乃乔编著。郭艳辉、刘丽英、戴硕、李源华、简华东、刘天元等参与了编写和编辑、绘图、打印、校对工作。

由于水平所限,不妥之处在所难免,衷心希望广大读者和专家给予批评、指正。

刘应诚

2005年6月15日于大连

内 容 提 要

液力耦合器是国家重点推广的节能产品。本书荟萃了目前国内外液力耦合器先进传动技术。重点介绍了液力耦合器的优异功能和应用液力耦合器传动的节能原理,并用大量实例证明了应用液力耦合器传动的技术、经济效益。另外对选型匹配、使用维护及质量检验也作了相应的阐述。

本书的特点是通俗易懂、深入浅出、理论联系实际、图文并茂、便于阅读。

本书适合电力、冶金、煤炭、矿山、石油、化工、建材、建筑、轻工、纺织、制革、粮油、港口、市政、交通等部门所属企业、设计研究部门、节能部门的技术人员、设备管理和使用维修人员阅读,也可供大专院校师生及液力耦合器厂有关人员参考。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 液力传动的定义及分类	1
1.2 液力传动发展简史	1
1.3 国内外液力传动工业的现状与发展	2
1.4 我国液力传动工业与国外的差距	3
1.5 推广应用液力耦合器传动的重要意义	4
第 2 章 液力传动基础知识	6
2.1 液体在工作轮中的运动	6
2.2 液体的动量矩变化与能量传递	6
2.3 相似原理在液力传动中的应用	7
2.4 液力传动中的损失	7
2.5 液力传动用工作液体	8
2.5.1 液力传动工作液体的理化性能和使用性能	8
2.5.2 常用液力传动工作液体	9
2.5.3 煤矿井下液力耦合器用高含水难燃液技术要求	10
第 3 章 液力耦合器原理与特性	12
3.1 液力耦合器的传动原理	12
3.2 液力耦合器的特性	13
3.2.1 液力耦合器的基本特性及其参数	13
3.2.2 液力耦合器的外特性及其特性曲线	15
3.2.3 液力耦合器的原始特性及其特性曲线	15
3.2.4 液力耦合器的输入特性及其特性曲线	15
3.2.5 液力耦合器的全特性及其特性曲线	16
3.2.6 调速型液力耦合器的调节特性及其特性曲线	18
3.3 影响液力耦合器特性的主要因素	19
3.3.1 循环圆的形状对特性的影响	19
3.3.2 循环圆有效直径 D 对特性的影响	22
3.3.3 循环圆内外直径之比 D_0/D 对特性的影响	22
3.3.4 流道宽度 b 对特性的影响	22
3.3.5 工作轮间的轴向间隙对特性的影响	22
3.3.6 工作轮叶片对特性的影响	22
3.3.7 工作轮流道表面加工质量对特性的影响	24

3.3.8 输入转速对特性的影响	24
3.3.9 供油压力对特性的影响	24
3.3.10 工作液体性质对特性的影响	24
3.3.11 工作液体温度对特性的影响	25
3.3.12 转差率对特性的影响	25
3.3.13 充液率对特性的影响	25
3.3.14 驱动方式对特性的影响	26
3.3.15 环流改道对特性的影响	30
3.3.16 阻流板对特性的影响	31
3.3.17 侧辅腔对特性的影响	32
3.3.18 前辅腔对特性的影响	32
3.3.19 后辅腔对特性的影响	33
3.3.20 过流孔对特性的影响	33
3.3.21 过流阀对特性的影响	34
3.3.22 调速范围对特性的影响	35
3.3.23 工作液体循环流量对特性的影响	35

第4章 液力耦合器分类及其结构性能 **36**

4.1 液力耦合器型式和基本参数	36
4.2 普通型液力耦合器	37
4.3 限矩型液力耦合器	38
4.3.1 限矩型液力耦合器结构性能、特点及用途	38
4.3.2 限矩型液力耦合器限矩原理	38
4.3.3 限矩型液力耦合器基本型式	39
4.3.4 限矩型液力耦合器的派生型式	41
4.4 普通型、限矩型液力耦合器安全保护装置	45
4.4.1 设置安全保护装置的必要性	45
4.4.2 安全保护装置的种类及其结构原理	46
4.4.3 普通型、限矩型液力耦合器易熔塞	47
4.4.4 普通型、限矩型液力耦合器易熔塞中的易熔合金成分	48
4.4.5 刮板输送机用液力耦合器易爆塞技术要求	49
4.5 调速型液力耦合器	49
4.5.1 利用耦合器进行调速的方法	49
4.5.2 改变输入转速调节方式	50
4.5.3 机械调节调速方式	51
4.5.4 容积调节调速方式及充液量调节调速方式	51
4.5.5 容积调节式调速型液力耦合器分类	53
4.6 进口调节喷嘴伸缩导管式调速型液力耦合器	53
4.6.1 进口调节喷嘴伸缩导管式调速型液力耦合器的结构原理及优缺点	53
4.6.2 进口调节喷嘴伸缩导管式调速型液力耦合器的典型产品	54
4.7 进口调节喷嘴阀控式调速型液力耦合器	55

4.7.1 进口调节喷嘴阀控式调速型液力耦合器的结构原理及优缺点	55
4.7.2 进口调节喷嘴阀控式调速型液力耦合器的典型产品	56
4.8 进口调节喷嘴泵控式调速型液力耦合器	58
4.8.1 进口调节喷嘴泵控式调速型液力耦合器的结构原理及优缺点	58
4.8.2 进口调节喷嘴泵控式调速型液力耦合器的典型产品	59
4.9 进口调节固定导管阀控式调速型液力耦合器	59
4.9.1 进口调节固定导管阀控式调速型液力耦合器的结构原理及优缺点	59
4.9.2 进口调节固定导管阀控式调速型液力耦合器的典型产品	60
4.10 进口调节固定导管泵控式调速型液力耦合器	62
4.10.1 进口调节固定导管泵控式调速型液力耦合器的结构原理及优缺点	62
4.10.2 进口调节固定导管泵控式调速型液力耦合器的典型产品	62
4.11 进口调节卧式重力循环阀控式调速型液力耦合器	63
4.11.1 进口调节卧式重力循环阀控式调速型液力耦合器的结构原理及优缺点	63
4.11.2 进口调节卧式重力循环阀控式调速型液力耦合器的典型产品	64
4.12 进口调节立式重力循环阀控式调速型液力耦合器	64
4.12.1 进口调节立式重力循环阀控式调速型液力耦合器的结构原理及优缺点	64
4.12.2 进口调节立式重力循环阀控式调速型液力耦合器的典型产品	65
4.13 出口调节回旋导管式调速型液力耦合器	65
4.13.1 出口调节回旋导管式调速型液力耦合器的结构原理及优缺点	65
4.13.2 出口调节回旋导管式调速型液力耦合器的典型产品	65
4.14 出口调节伸缩导管调速型液力耦合器	66
4.14.1 出口调节伸缩导管调速型液力耦合器的结构原理及优缺点	66
4.14.2 出口调节伸缩导管调速型液力耦合器的分类	67
4.14.3 出口调节伸缩导管调速型液力耦合器的典型产品	69
4.15 复合调节调速型液力耦合器	74
4.15.1 复合调节调速型液力耦合器的结构原理及优缺点	74
4.15.2 复合调节调速型液力耦合器的典型产品	75
4.16 离合启动型液力耦合器	75
4.16.1 离合启动型液力耦合器的结构原理及优缺点	75
4.16.2 离合启动型液力耦合器的典型产品	76
4.17 液力耦合器传动装置	79
4.17.1 液力耦合器传动装置的分类及优缺点	79
4.17.2 国内外液力耦合器传动装置生产情况	79
4.18 调速型液力耦合器、液力耦合器传动装置的辅助系统	86
4.18.1 调速型液力耦合器、液力耦合器传动装置的油路系统	86
4.18.2 调速型液力耦合器、液力传动装置的热平衡系统	90
4.18.3 调速型液力耦合器、液力耦合器传动装置的操作与监控系统	92
4.19 闭锁型液力耦合器	94
4.19.1 闭锁型液力耦合器的结构原理	94
4.19.2 闭锁式液力耦合器对特性的要求	97

4.19.3 闭锁式液力耦合器的优缺点	97
4.20 水介质液力耦合器	98
4.20.1 水介质液力耦合器及其优缺点	98
4.20.2 水介质液力耦合器的结构特点	98
4.20.3 目前国产水介质液力耦合器存在的主要问题	100
4.20.4 水介质液力耦合器的发展方向	101
4.21 双腔液力耦合器	101
4.21.1 双腔液力耦合器的结构及其特性	101
4.21.2 双腔液力耦合器的优点和用途	103
4.22 立式液力耦合器	105
4.22.1 立式液力耦合器及其分类	105
4.22.2 立式液力耦合器的结构特点	106
4.23 液力变矩耦合器	107
4.23.1 液力变矩耦合器的结构特点与工作原理	107
4.23.2 液力变矩耦合器的优缺点	108
4.24 延时启动型液力耦合器	108
4.24.1 德国福依特公司延时启动型液力耦合器	108
4.24.2 德国弗兰德公司延时启动型液力耦合器	109
4.24.3 法国西姆公司延时启动型液力耦合器	110
4.24.4 意大利传斯罗伊公司延时启动型液力耦合器	110
4.24.5 国内延时启动型液力耦合器	112
4.25 无滑差静液力机械耦合器	114
4.25.1 无滑差静液力机械耦合器的结构特点与工作原理	114
4.25.2 无滑差静液力机械耦合器的功能特点与使用优势	115
4.26 液力减速(制动)器与堵转阻尼型液力耦合器	116
4.26.1 液力减速(制动)器原理和分类	116
4.26.2 机车用液力减速(制动)器	116
4.26.3 汽车用液力减速(制动)器	117
4.26.4 固定设备用液力减速(制动)器	120
4.26.5 液力减速(制动)器的优缺点	123
4.26.6 堵转阻尼型液力耦合器	123
第5章 液力耦合器的应用与节能	125
5.1 液力耦合器的功能及优缺点	125
5.2 风机、水泵等离心式机械调速运行节能原理	126
5.2.1 离心式风机、水泵的特性	126
5.2.2 风机、水泵的调节方式及耗能对比	126
5.2.3 风机、水泵节流调节的耗能原因	126
5.2.4 风机、水泵调速调节的节能原理	127
5.2.5 风机、水泵运行机制与调速节能的关系	127
5.3 各种调速装置的技术经济比较	128

5.3.1	调速装置的选用原则	128
5.3.2	各种调速装置的技术经济比较	128
5.3.3	液力偶合器调速的优缺点及适用场合	129
5.4	调速型液力偶合器的运行效率分析	130
5.4.1	液力偶合器的效率和相对效率	130
5.4.2	调速型液力偶合器与不同类型负载匹配的相对效率	131
5.5	调速型液力偶合器的应用领域与节能原理	132
5.5.1	调速型液力偶合器的应用领域	132
5.5.2	应用液力偶合器调速的节能原理	133
5.6	调速型液力偶合器在电力行业的应用与节能	133
5.6.1	调速型液力偶合器在锅炉给水泵上的应用与节能	134
5.6.2	调速型液力偶合器在热网循环泵上的应用与节能	136
5.6.3	调速型液力偶合器在电厂锅炉送、引风机上的应用与节能	137
5.6.4	调速型液力偶合器在电厂渣浆泵上的应用与节能	138
5.7	调速型液力偶合器在钢铁行业的应用与节能	140
5.7.1	调速型液力偶合器在钢铁厂除尘风机上的应用与节能	140
5.7.2	调速型液力偶合器在钢铁厂鼓风机和引风机上的应用与节能	141
5.7.3	调速型液力偶合器在钢铁厂供水泵上的应用与节能	143
5.8	调速型液力偶合器在有色冶金行业的应用与节能	145
5.8.1	调速型液力偶合器在各类风机上的应用与节能	146
5.8.2	调速型液力偶合器在渣浆泵上的应用与节能	147
5.9	调速型液力偶合器在水泥行业的应用与节能	149
5.9.1	调速型液力偶合器在回转窑密尾风机上的应用与节能	149
5.9.2	调速型液力偶合器在立窑罗茨风机上的应用与节能	150
5.9.3	调速型液力偶合器在水泥生料浆体输送渣浆泵上的应用与节能	152
5.10	调速型液力偶合器在煤炭及各种矿山中的应用与节能	152
5.10.1	调速型液力偶合器在水力采煤高压泵上的应用与节能	152
5.10.2	调速型液力偶合器在矿井主扇风机上的应用与节能	152
5.10.3	调速型液力偶合器在煤浆体管道输送煤浆泵上的应用与节能	153
5.10.4	调速型液力偶合器在选煤厂风机上的应用与节能	153
5.10.5	调速型液力偶合器在矿井防爆绞车上的应用	153
5.10.6	调速型液力偶合器在矿山渣浆泵上的应用与节能	154
5.10.7	调速型液力偶合器在带式输送机上的应用	154
5.11	调速型液力偶合器在石油、化工行业的应用与节能	155
5.11.1	调速型液力偶合器在石油、化工行业的应用领域	155
5.11.2	调速型液力偶合器在油田注水泵上应用与节能	157
5.11.3	调速型液力偶合器在原油输送泵上的应用与节能	158
5.12	调速型液力偶合器在轻工、纺织行业的应用与节能	158
5.12.1	调速型液力偶合器在纺织厂空调风机上的应用与节能	158
5.12.2	调速型液力偶合器在甘蔗渣煤粉锅炉上的应用与节能	158

5.13	调速型液力耦合器在市政设施上的应用与节能	159
5.13.1	调速型液力耦合器在市政设施上的应用领域	159
5.13.2	自来水厂配水泵应用液力耦合器调速节能分析	160
5.13.3	调速型液力耦合器在煤气厂鼓风机上的应用与节能	160
5.13.4	调速型液力耦合器在小区供热锅炉房中的应用与节能	161
5.14	调速型液力耦合器在车辆和船舶上的应用	161
5.15	限矩型液力耦合器功能分析与节能原理	161
5.15.1	限矩型液力耦合器轻载启动功能分析	161
5.15.2	限矩型液力耦合器过载保护功能分析	163
5.15.3	限矩型液力耦合器协调多动力机顺序启动功能分析	164
5.15.4	限矩型液力耦合器协调多动力机均衡载荷功能分析	166
5.15.5	限矩型液力耦合器协调多动力机同步驱动功能分析	169
5.15.6	限矩型液力耦合器协调多动力机平稳并车功能分析	169
5.15.7	限矩型液力耦合器减缓冲击和隔离扭振功能分析	169
5.15.8	限矩型液力耦合器柔性制动功能分析	170
5.15.9	限矩型液力耦合器节能原理	170
5.16	限矩型液力耦合器的应用领域与应用节能实例	171
5.16.1	限矩型液力耦合器的应用领域	171
5.16.2	限矩型液力耦合器在带式输送机上的应用	171
5.16.3	限矩型液力耦合器在刮板输送机上的应用	173
5.16.4	限矩型液力耦合器在球磨机上的应用与节能	174
5.16.5	限矩型液力耦合器在破碎机械上的应用与节能	175
5.16.6	限矩型液力耦合器在制革设备上的应用与节能	175
5.16.7	限矩型液力耦合器在铸造混砂机上的应用与节能	176
5.16.8	限矩型液力耦合器在砂磨机上的应用与节能	176
5.16.9	限矩型液力耦合器在起重机上的应用	177
5.16.10	限矩型液力耦合器在离心机上的应用与节能	178
5.16.11	限矩型液力耦合器在油田抽油机上的应用与节能	179
5.16.12	限矩型液力耦合器在纺织机械上的应用与节能	180
5.16.13	限矩型液力耦合器在磨煤机上的应用与节能	182
5.16.14	限矩型液力耦合器在搅拌机上的应用与节能	184
5.16.15	限矩型液力耦合器在悬挂式输送机上的应用	184
5.16.16	限矩型液力耦合器在船闸开启机和车库门开启机上的应用	184
5.16.17	限矩型液力耦合器在电缆牵引车上的应用	185
5.16.18	限矩型液力耦合器在挖掘机和斗轮机上的应用与节能	185
5.16.19	限矩型液力耦合器在离心式水泵上的应用与节能	185
5.16.20	限矩型液力耦合器在空压机上的应用与节能	186
5.16.21	限矩型液力耦合器在电炉除尘风机上的应用与节能	186
5.17	堵转阻尼型液力耦合器的应用	186
第6章	液力耦合器的选型匹配	188
6.1	液力耦合器选型匹配的重要性	188

6.2	液力偶合器选型匹配的原则	188
6.3	液力偶合器与动力机的联合运行	190
6.3.1	常用动力机	190
6.3.2	液力偶合器与动力机联合运行的稳定性	191
6.3.3	液力偶合器与柴油机联合运行	191
6.3.4	液力偶合器与电机联合运行	194
6.4	液力偶合器与工作机联合运行	196
6.5	液力偶合器与动力机、工作机的连接	197
6.5.1	液力偶合器与动力机、工作机的常用连接型式	197
6.5.2	液力偶合器常用联轴器特性	198
6.6	限矩型液力偶合器的选型匹配	198
6.6.1	限矩型液力偶合器的选型匹配原则	198
6.6.2	限矩型液力偶合器的选型匹配内容	199
6.6.3	限矩型液力偶合器的型式选择	199
6.6.4	限矩型液力偶合器的规格(有效直径)选择	199
6.6.5	多机驱动用液力偶合器的选型匹配	201
6.6.6	双速电机驱动的液力偶合器的选型匹配	201
6.6.7	堵转阻尼型液力偶合器的选型匹配	203
6.6.8	工作机要求延时启动的偶合器的选型匹配	203
6.6.9	限矩型液力偶合器过载保护能力和安全保护装置选择	203
6.6.10	限矩型液力偶合器驱动方式的选择	204
6.6.11	限矩型液力偶合器安装型式和配合性质的选择	205
6.6.12	限矩型液力偶合器充液率的选择	207
6.7	调速型液力偶合器的选型匹配	207
6.7.1	调速型液力偶合器的选型匹配原则	207
6.7.2	调速型液力偶合器选型匹配内容	210
6.7.3	调速型液力偶合器传动方式选择	211
6.7.4	调速型液力偶合器产品型式选择	211
6.7.5	调速型液力偶合器规格选择	212
6.7.6	调速型液力偶合器控制方式与配置选择	213
6.7.7	调速型液力偶合器功率损失计算	213
6.7.8	调速型液力偶合器用冷却器换热面积与冷却水流量计算	214
6.7.9	调速型液力偶合器导管开度(充液率)计算	215
6.7.10	调速型液力偶合器选型匹配计算实例	215
6.8	液力偶合器选型匹配中易发生的错误	218
第7章	液力偶合器的使用与维护	221
7.1	限矩型液力偶合器的使用与维护	221
7.1.1	限矩型液力偶合器的安装与拆卸	221
7.1.2	限矩型液力偶合器的充液和充液检查	224
7.1.3	限矩型液力偶合器安全保护装置的使用与维护	226
7.1.4	限矩型液力偶合器密封装置的使用与维护	227
7.1.5	限矩型液力偶合器所用弹性联轴器的使用与维护	228

7.1.6 限矩型液力耦合器使用注意事项	228
7.2 调速型液力耦合器的使用与维护	228
7.2.1 调速型液力耦合器的基础	228
7.2.2 调速型液力耦合器所配联轴器的安装	228
7.2.3 调速型液力耦合器的安装	229
7.2.4 调速型液力耦合器所配冷却器的安装	232
7.2.5 调速型液力耦合器电气系统安装	233
7.2.6 调速型液力耦合器调速防护装置安装	233
7.2.7 调速型液力耦合器的注油	234
7.2.8 调速型液力耦合器的油路清洗	234
7.2.9 调速型液力耦合器的试运行	235
7.2.10 调速型液力耦合器的运行与监控	236
7.2.11 调速型液力耦合器的保养与维修	241
7.3 液力耦合器的可靠性和故障分析	245
7.3.1 可靠性基本概念	245
7.3.2 故障树分析方法及应用	246
7.3.3 限矩型液力耦合器的常见故障及排除方法 (表 7-13)	249
7.3.4 调速型液力耦合器的常见故障及排除方法 (表 7-14)	250
第 8 章 液力耦合器质量检验与交工验收	254
8.1 液力耦合器通用技术条件	254
8.2 普通型、限矩型液力耦合器铸造叶轮技术条件	257
8.3 调速型液力耦合器叶轮技术条件	257
8.4 刮板输送机用水介质液力耦合器技术要求	261
8.5 限矩型液力耦合器出厂检验与交工验收	265
8.6 调速型液力耦合器出厂检验与交工验收	267
附录 1 液力耦合器有关标准	271
附录 2 国内限矩型液力耦合器部分生产厂家产品型号对照表	272
附录 3 国内调速型液力耦合器与液力耦合器传动装置部分生产厂家产品型号 对照表	274
参考文献	276

第 1 章 绪 论

1.1 液力传动的定义及分类

任何机械均由动力机、传动装置、工作机三部分组成。最简单的传动装置如刚性联轴器，只负责将动力机的动力传递到工作机上。而当动力机的动力特性不能满足工作机的需要时，就需要使用具有特殊性能的传动装置对动力机的特性予以改善，以适应工作机的需要。传动装置可分为机械传动、电气传动和流体传动三种，而流体传动又可分为液压传动、液力传动、气压传动和液黏传动。

由水力学知，液体在运动中具有三种能量，即动能、压能和位能。主要依靠液体的压能来传递动力的叫液压传动。以液体为工作介质，在两个或两个以上的叶轮组成的工作腔内，通过液体动量矩的变化来传递动力的传动叫液力传动。液力传动主要分为液力耦合器和液力变矩器两大类，统称液力元件。其中液力耦合器又可分为普通型、限矩型、调速型、液力耦合器传动装置和液力减速（制动）器五种。

1.2 液力传动发展简史

液力传动发明于 20 世纪初，最早用于船舶工业，作为船舶动力与螺旋桨之间的传动装置。当时船舶动力已经出现了大功率、高转速的汽轮机，而受“汽蚀”的限制，螺旋桨转速却不能很高，因此迫切要求在发动机与螺旋桨之间加装大功率的减速装置。受当时齿轮制造水平的限制，无法制造出适应船舶需要的减速机，于是德国人盖尔曼·费丁格尔教授受离心泵和水轮机工作原理的启发，首先设想将离心泵与水轮机用管子连起来（图 1-1）。这样，发动机带动水泵旋转，泵出来的水通过管道进入水轮机，冲击水轮机旋转并带动螺旋桨运行，于是输出和输入依靠液体的动能便连接在一起了。这个设想虽好，但效率太低，于是专家们反复思考，认为在水泵中主要起作用的是泵轮，在水轮机中主要起作用的是涡轮，如果将这两个轮子靠近并装进一个壳体，取消不必要的水槽和水管等，则效率即可大大提高，从此便诞生了液力传动。1905 年，费丁格尔教授发明的世界第一台液力变矩器首先在船舶中得到应用。

液力传动的工作原理，可以用两台电风扇演示清楚（图 1-2）。叶片式流体机械在工作机理上是可逆的。例如一台转动的风扇可以使空气流动，反之，流动的空气也可以使静止的风扇转动。如果将两台电风扇面对面布置，一台通电旋转，另一台不通电的风扇也会跟着转动起来。与风扇同理，若空气换成液体，让动力机带动耦合器的一个轮子（泵轮）旋转搅动液体，另一个轮子（涡轮）也会像风扇一样被液体冲动。这就是液力传动最基

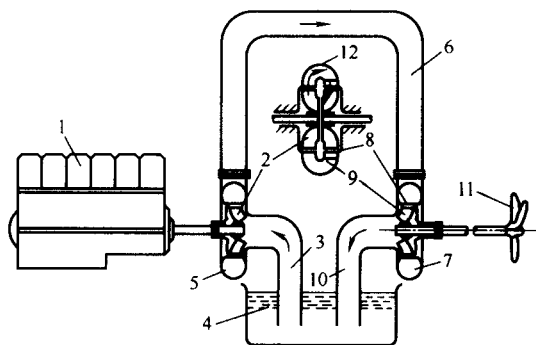


图 1-1 液力传动原理示意图

1—发动机；2—离心泵的工作轮；3—离心泵的进水管；
4—集水槽；5—泵的涡壳；6—连接管路；7—水轮机的
涡壳；8—导水机构；9—水轮机的工作轮；10—水轮机的尾
水管；11—螺旋桨；12—液力传动的原理简图

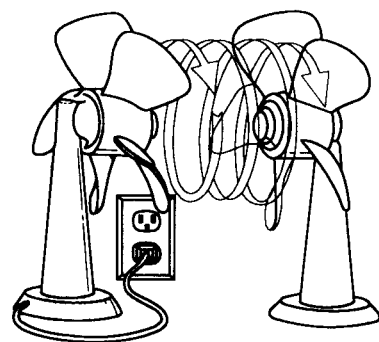


图 1-2 流体传动示意图

本的原理。

在第一次世界大战期间，齿轮制造技术获得了大进展。虽然在船舶传动中，液力传动被齿轮传动所替代，但液力传动在船舶上的应用，使人们充分认识到了它独特的优点。1920年，英国人包易尔将费丁格尔变矩器中的导轮去掉，发明了世界上第一台液力耦合器。到20世纪30年代，汽车、内燃机车、起重机、锻压机上开始应用液力传动。二战期间，坦克、自行火炮上也应用了液力传动。第二次世界大战后，尤其20世纪60年代以来，液力传动在民用和军用车辆、起重运输机械、工程机械、矿山机械、石油钻井机械，以及电力、冶金、建材等部门开始推广应用，并获得了空前发展。

1.3 国内外液力传动工业的现状与发展

在国外液力传动工业的重点是为汽车配套，包括为轿车、公共汽车、轨道车配套的液力传动自动变速器，为重型载重汽车配套的液力减速器以及为汽车冷却风扇配套的硅油风扇离合器等。有资料表明，世界各国生产的载重量为30~80t的重型汽车上，95%以上采用了液力传动。1998年以后，美国生产的轿车几乎100%装备了液力自动变速器。德国、法国、日本等国家生产的轿车，液力自动变速器的装车率也在不断提高，目前已达普及水平。

在国外，液力传动产品的第二大市场是工程机械、大惯量机械和离心式风机水泵。种类繁多的工程机械（包括煤矿井下机械及石油机械）几乎全部使用了液力传动。几乎所有的大惯量、难启动、经常超载和冲击扭振严重的机械都用了液力传动。几乎所有的流量调节和间歇运行的风机水泵都采用调速装置。受变频调速的冲击，近些年调速型液力耦合器的用量有所降低，低转速、小功率的调速设备已开始使用变频调速，然而调速型液力耦合器在大功率、高转速的工作机上使用仍占有绝对优势。

当前世界比较发达的国家均有液力传动工业，涌现出一批世界知名的液力元件生产企业，如德国的福依特（VOITH）公司、弗兰德（FLENDER）公司，意大利的传斯罗伊

(TRANFLUID) 公司, 日本的神钢公司、日立公司, 美国的福克 (FALK) 公司、双盘 (Twin Disc) 公司等。俄罗斯、波兰和奥地利等国的液力传动工业也比较发达。这些企业的产品进入我国, 主要是随主机进口, 我国引进的许多先进机械上大部分配备了液力传动, 这也为液力传动在我国的推广提供了范例和学习现场。例如宝钢的一期、二期乃至三期工程就进口了原西德、原东德、日本、意大利、法国等许多国家大量液力传动元件。

我国的液力传动事业开始于 20 世纪 50 年代, 自行研制了内燃机车和 CA770 红旗高级轿车的液力传动系统, 而后煤炭行业、水泵行业相继出现了应用液力传动的范例。北京起重运输机械研究所和天津工程机械研究所是原机械部液力耦合器和液力变矩器的行业技术归口单位, 为我国液力传动的发展做出了重要贡献。以哈尔滨工业大学为代表的大专院校纷纷开设《液力传动》课程, 为我国的液力传动事业培养了人才。改革开放之后, 1978 年国家开始引进液力传动技术。大连液力机械厂、蚌埠液力机械厂和成都工程机械厂等相继从英国、原西德、日本和美国引进了液力耦合器和液力变矩器专有技术, 从此, 我国的液力传动工业进入了大发展阶段。据中国液压气动密封件工业协会液力专业分会不完全统计, 目前国内从事液力元件生产的企业近 80 家, 年生产液力变矩器约 5.5 万台、限矩型液力耦合器约 5.5 万台、调速型液力耦合器约 2700 台, 产品行销全国各地并小批量出口, 在煤炭、矿山、冶金、电力、石油、石化、化工、建材、建筑、制革、港口、食品、制药、粮油、轻工、纺织、交通、城建、市政等部门广泛应用, 取得了显著的技术经济效益。

从长远技术发展来看, 限矩型液力耦合器以其结构简单、价格低廉、功能优越、使用维护简便而被广泛使用, 目前和将来都难以有更好的产品替代, 所以发展前景远大。调速型液力耦合器受变频调速冲击, 在国外市场份额有所下降, 但在国内液力耦合器调速仍然占据主导地位, 尤其在大功率、高转速、高电压场合占绝对优势。

1.4 我国液力传动工业与国外的差距

(1) 行业结构比较松散, 规模效益较差 国外的液力传动工业集中度比较高, 规模效益较好。例如仅德国福依特公司一家就年产液力元件 3 万多台, 产值达 7 亿欧元以上; 而我国液力元件年产量尚只有 10 万多台, 却分散在近 80 家企业生产, 最小的工厂年产量只有几百台。由于企业规模小、产品单一、经济效益差, 所以发展后劲不足。

(2) 产品品种较少, 技术更新缓慢 我国液力传动产品用一句话概括就是“高不成低不就”。所谓高不成, 是说我国目前高转速大功率的液力耦合器传动装置品种较少, 质量也不高, 这方面与国外的差距较大。所谓低不就, 就是说所生产的产品大路货比较多, 为大功率风机水泵配套的产品比较多, 为小功率清水泵、污水泵等配套的产品比较少。为高价产品配套的耦合器多, 为低价产品配套的耦合器少。从 1978 年引进技术至今, 产品品种增加不多, 技术更新缓慢。而国外在这 20 多年中却革新发展了许多品种。如福依特公司的固定导管阀控式调速型耦合器, 意大利传斯罗伊公司的变频泵调速型耦合器、固定导管式限矩型耦合器等都较先进适用。尤其福依特公司为小功率清水泵、污水泵调速设计的转动导管式调速型耦合器, 结构简单、安装方便、性能可靠、成本较低, 很适合价格较低的产品选用。而我国的调速耦合器价格动辄几万甚至十几万。试想一台污水泵才不足几万元, 怎么能用得这么贵

的调速产品呢?

(3) 制造工艺水平较低 1978 年我国从英国引进技术时,国外已普及了低压铸造和金属模重力铸造。可是至今我国的偶合器厂还未完全实现金属模铸造。尤其在高转速大功率工作轮的制造上,缺乏高效廉价的制造工艺。如精铸、冲压焊接等工作轮制造工艺较少应用。

(4) 产品可靠性比国外差 国外产品的最大特点是可靠性高,平均无故障工作时间远远高于国内标准。例如,据德国福依特公司统计,R16K 型液力偶合器传动装置 57 台,平均无故障工作时间超过 48333h,推荐每隔 8 年大修一次。而我国的调速型偶合器平均无故障工作时间标准定为 8000h,实际上还达不到。而水介质限矩型液力偶合器标准定为 2000h,有的甚至不到 1000h 就坏了。所以可靠性差是我国液力元件与国外的最大差距。

(5) 产品配套件质量差 液力偶合器的故障很少发生在自身零件上,大部分发生在轴承、密封件、电动执行器及其他配套仪表上。配套件质量不高造成液力偶合器总体质量下降。而国外液力元件的配套件质量都很好,有的连续运转七八年都不用换件。

(6) 国外液力元件的应用领域比较宽 国外液力元件的最大用户是汽车行业,而我国的汽车行业却较少应用。再如,国外的大惯量机械几乎都用液力传动,而国内却用之不多。尤其大功率的风机水泵在国外几乎没有不用调速的,而在国内也还没有普及。

1.5 推广应用液力偶合器传动的重要意义

改革开放之后,我国的国民经济获得了突飞猛进的发展,各项经济指标正在赶上和超过世界先进水平。但是也应看到,当前我国能源浪费相当严重。我国万元 GDP 消耗能源是世界平均水平的 2 倍,是发达国家的 10 倍,万元 GDP 用水量是世界平均水平的 4 倍,主要产品的能耗比世界平均水平高 40%。由此可见,依靠消耗大量财富,消耗大量能源来换取发展是不可能持续的,也无法解决能源供需矛盾这一难题,只有依靠技术进步,节约能源,建设资源节约型社会才是惟一正确的选择。节能的技术多种多样,其中先进传动节能和调速节能简单易行,效益显著,应当大力推广。

所谓的先进传动节能,是指用先进节能的传动方式替代落后耗能的传动方式。其中液力偶合器传动因具有轻载启动、过载保护、减缓冲击、隔离扭振、协调多动力机均衡驱动等优异功能,所以在 大惯量、难启动机械上应用,能够改变“大马拉小车”的落后传动方式,节能显著。我国是一个机械大国,数以亿万计的大惯量、难启动机械年复一年地沿用落后的传动方式,能源浪费惊人。如果这些大惯量、难启动、经常过载的机械设备应用限矩型液力偶合器传动,那么节约能源将相当可观。

所谓调速节能,是指许多需要调节流量的或间歇运行的风机水泵,使用液力偶合器调速调节替代落后耗能的节流调节,能够节约大量能源。据中国电工学会统计,我国的风机、水泵耗电量约占工业用电量的 40% 以上,占全国发电总量的 30%。目前仍有相当数量的风机水泵沿用落后耗能的节流调节方式,若改成调速调节则可节约大量能源。而调速型液力偶合器就是成熟、可靠、适用、廉价的调速产品,特别适合在风机水泵上使用。

由以上分析可见,推广应用液力偶合器传动对于推动我国节能事业的发展意义重大。液力偶合器产品曾被国家八部委联合推荐为节能产品。在国家的大力支持和推广下,液力偶合