

APPLICATION HANDBOOK FOR
STANDARDS OF CHAINS DRIVES

最新链传动标准 应用手册

第三版

Third Edition

全国链传动标准化技术委员会
杭州东华链条集团有限公司

编著

Composed by
China National Technical Committee for Standardization of
Chain Transmission
Hangzhou Donghua Chain Group Co., Ltd.



中国质检出版社
中国标准出版社

最新链传动标准应用手册

Application Handbook for Standards of Chains Drives

第三版

Third Edition

全国链传动标准化技术委员会
杭州东华链条集团有限公司 编著

Composed by China National Technical Committee for Standardization of
Chain Transmission
Hangzhou Donghua Chain Group Co., Ltd.

主 编：孟祥宾 叶 斌
副主编：邵慧敏 卢继光

中国质检出版社
中国标准出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

最新链传动标准应用手册/全国链传动标准化技术
委员会,杭州东华链条集团有限公司编著. —3版.
—北京:中国标准出版社,2012.10
ISBN 978-7-5066-7020-3

I. ①最… II. ①全… ②杭… III. ①链传动-行业
标准-中国-手册 IV. ①TH132.45-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 230739 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 36.5 字数 1 044 千字
2012 年 10 月第三版 2012 年 10 月第三次印刷

*

定价 110.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



搞好鏈傳動標準化
為提高產品質量服務

何光遠

一九九七年
八月十九日

前 言

本手册是《最新链传动标准应用手册》(以下简称《手册》)第三版。

《手册》第一版出版于1997年,2002年出版了《手册》第二版,其对《手册》第一版进行了全面的更新。《手册》前两版出版发行后深受各界读者的欢迎,产生了良好的社会效益和经济效益。自《手册》第二版出版发行以来,随着对外交往的不断扩大,市场需求的不断增加,新技术的不断涌现,以及国际标准化工作的不断进展,《手册》第二版中的许多标准又进行了全面的更新。10年来国家又新发布了多项《手册》第二版中没有的链传动标准。因此,为了跟上形势的发展,手册编委会决定再版《最新链传动标准应用手册》第三版,及时向链条行业及其用户们提供最新信息,跟上链条行业标准化发展的步伐。

《手册》第三版收录了现行有效的链传动标准共37项,其中国家标准16项,行业标准21项。在这37项标准中,有13项是《手册》第二版中没有的标准,其中新增了3项国家标准和10项行业标准。

新增加的3项国家标准是:

1. GB/T 3579—2006 自行车链条 技术条件和试验方法
2. GB/T 19927—2005 曳引用焊接结构弯板链、附件和链轮
3. GB/T 20736—2006 传动用精密滚子链条疲劳试验方法

新增加的10项行业标准是:

1. JB/T 10348—2002 摩托车用齿形链条
2. JB/T 10539—2005 不锈钢短节距滚子链和套筒链
3. JB/T 10703—2007 输送用钢制滚子链、附件和链轮
4. JB/T 10841—2008 输送用单节距和双节距空心销轴链及附件
5. JB/T 10842—2008 有衬套拉曳链
6. JB/T 10843—2008 无衬套拉曳链
7. JB/T 10867—2008 输送用塑料平顶链和链轮
8. JB/T 10969—2010 多板销轴链
9. JB/T 10970—2010 链条压出力试验规范
10. JB/T 11079—2011 停车设备链条

《手册》第三版收录的标准中,除了2项国家标准未作修订外,其余国家标准和行业标准都作了修订或正在修订或已修订完毕处于报批阶段。

经过全国链传动标准化技术委员会历次复审,废止了《手册》第二版中的1项国家标准和7项行业标准。

本手册第一章的编写格式仍按每项标准来编写,向读者提供了每项标准的制定背景、标准特点、标准中主要技术内容的解释说明及应用注意事项、国际标准化情况、与国外先进工业国家标准的水平对比以及标准原文。

本手册其他章的编写格式不同于第一章,是按照产品用途的大类,分别集中介绍不同用途链条的结构型式、基本参数和尺寸特点,链条和链轮的设计和选用注意事项(如链传

动的合理布置、张紧、导向以及润滑方式的选择等),安装、保养及维护等。

为了维护标准的严肃性,标准原文中的所有术语及单位代号均以原标准为准,未予修改。在编写过程中仅对本手册标准原文中的出版错误进行了修订。本手册在结构和内容上体现了系统性、科学性和实用性。相信本手册的及时出版发行对链条行业的标准化工作会起到积极的指导和推动作用。同时希望本手册也能帮助从事链传动设计制造和应用的广大工程技术人员正确理解和应用链条链轮标准的技术内容,提高链传动的设计应用水平。

本手册由全国链传动标准化技术委员会和杭州东华链条集团有限公司共同编写。

全国链传动标准化技术委员会是负责全国链条行业标准化工作的技术组织,代号为SAC/TC 164。全国链传动标准化技术委员会的主要职责是主持和归口管理全国链条行业的标准化技术工作以及代表中国参加国际标准化组织ISO/TC 100的各项技术活动。经国家有关主管部门批准,第一届全国链传动标准化技术委员会于1990年6月成立,1995年10月换届并成立第二届全国链传动标准化技术委员会,2000年11月换届并成立第三届全国链传动标准化技术委员会,本届(第四届)全国链传动标准化技术委员会已于2011年11月换届。

杭州东华链条集团有限公司是第三届和第四届全国链传动标准化委员会副主任委员单位。该公司创建于1991年11月,工厂占地面积22.53万平方米,员工2700余人,各类专业技术人员450多名,拥有强大的研发、销售团队,是目前我国最大的专业链条生产厂家之一。主要生产传动链、输送链、汽车链、摩托车链、农机链、板式链、扶梯链、散物料输送链、不锈钢链等各种场合使用的链条。已向国内外市场提供8000多个品种、10000多种规格的链条产品。该公司是国内链条行业最先实施“走出去”战略的链条制造厂家,目前已在欧洲、美洲、东南亚等多个地区建立全资仓储式销售公司,拥有海外链条制造工厂。多年来,杭州东华链条集团有限公司一直关心和支持链传动行业的标准化工作,负责和参与了多项链传动国家标准和行业标准的制修订,并与全国链传动标准化技术委员会共同编写了《最新链传动标准应用手册》和《ISO/TC 100链传动国际标准译文集》等工具书,深受广大用户以及链条制造企业和内外贸工作者的欢迎。这些标准和书籍的出版,大大提高了广大工程技术人员的技术水平,促进了行业的技术进步。

《手册》第三版编委会由下列人员组成:孟祥宾、叶斌、邵慧敏、卢继光,由孟祥宾和叶斌担任主编。本手册在编写过程中,得到了行业有关同志的大力支持,在此谨致感谢。编委会愿借此机会向关心和支持过本手册的编写和出版工作的原机械工业部何光远部长表示敬意,向参加过《手册》(第一版和第二版)编写工作和做出贡献的王义行教授、黄骧洪教授、张经源先生、方伟成先生、张世强先生、曲以权先生和王彦平先生等表示敬意,同时也向对《手册》(第一版和第二版)的编写给予过积极支持的中国质检出版社(中国标准出版社)和北京机械科学研究院等上级主管部门的领导和朋友们表示真诚的谢意。

由于编者水平有限,本手册中难免会有错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2012年7月于吉林大学南岭校区

目 录

Contents

第一章 链传动设计方法和试验测试方法标准	1
第一节 滚子链传动选择计算	1
第二节 链条疲劳试验方法	4
第三节 摩托车传动链条磨损性能试验规范	10
第四节 链条压出力试验规范	13
第五节 各类链传动设计方法和试验测试方法标准原文	18
GB/T 18150—2006 滚子链传动选择指导 (Guidelines for the selection of roller chain drives)	19
GB/T 20736—2006 传动用精密滚子链条疲劳试验方法 (Fatigue test method for transmission precision roller chain)	37
JB/T 8820—1998 摩托车传动链条 磨损性能试验规范 (Motorcycle transmission chains—Testing rules of wear performance)	76
JB/T 10970—2010 链条压出力试验规范 (Chains testing rules of extrusion force)	80
第二章 传动用链条和链轮标准	86
第一节 传动链的结构型式、基本尺寸参数和主要应用场合	86
第二节 传动链的设计和选用说明	89
第三节 传动链的安装、润滑和维护保养	95
第四节 链轮的结构型式和选用方法	104
第五节 各类传动链标准原文	107
GB/T 1243—2006 传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮 (Short-pitch transmission precision roller and bush chains, attachments and associated chain sprockets)	111
GB/T 5269—2008 传动与输送用双节距精密滚子链、附件和链轮 (Double-pitch precision roller chains, attachments and associated chain sprockets for transmission and conveyors)	136
GB/T 5858—1997 重载传动用弯板滚子链和链轮 (Heavy-duty cranked-link transmission roller chains and chain wheels)	155
GB/T 10855—2003 齿形链和链轮 [Inverted tooth(silent) chains and sprockets]	166
GB/T 14212—2010 摩托车链条 技术条件和试验方法 (Motorcycle chains—Characteristics and test methods)	199
GB/T 3579—2006 自行车链条 技术条件和试验方法 (Cycle chains—Characteristics and test methods)	214
JB/T 10348—2002 摩托车用齿形链条	

(Inverted tooth chains for motorcycles)	226
第三章 输送用链条和链轮标准	231
第一节 输送链概述	231
第二节 输送链的设计和选用说明	232
第三节 输送链的安装、润滑和维护保养	237
第四节 输送链链轮的结构型式和选用方法	243
第五节 各类输送链标准原文	245
GB/T 4140—2003 输送用平顶链和链轮 (Flat-top chains and associated chain wheels for conveyors)	246
JB/T 10867—2008 输送用塑料平顶链和链轮 (Plastic flat-top chains for conveyors and associated chain sprockets)	255
GB/T 8350—2008 输送链、附件和链轮 (Conveyor chains, attachments and sprockets)	264
JB/T 9154—2008 埋刮板输送机用链条、刮板和链轮 (Drag chains, drags and associated chain sprockets)	278
JB/T 7364—2004 倍速输送链和链轮 (Speed-fold conveyor chains and sprockets)	290
JB/T 5398—2005 钢制套筒链、附件和链轮 (Steel bushed rollersless chains, attachments and sprocket teeth)	302
JB/T 8545—2010 自动扶梯梯级链、附件和链轮 (Escalator step chains, attachments and sprockets)	317
JB/T 8546—2011 双铰接输送链 (Twin hinge conveyor chains)	329
GB/T 10857—2005 S型和C型钢制滚子链条、附件和链轮 (Steel roller chains, types S and C, attachments and sprockets)	337
GB/T 17482—1998 输送用模锻易拆链 (Drop-forged rivetless chains for conveyors)	353
JB/T 8920—1999 工程塑料内链节轻型输送链 (Engineering plastics inner link light-duty conveyor chains)	359
JB/T 10703—2007 输送用钢制滚子链、附件和链轮 (Steel roller type conveyor chains, attachments and sprocket teeth)	368
JB/T 10841—2008 输送用单节距和双节距空心销轴链及附件 (Single-pitch and double-pitch hollow pin conveyor chains and attachments)	381
第四章 曳引链标准	388
第一节 曳引链的结构型式、基本尺寸参数和主要应用场合	388
第二节 曳引链的设计和选用说明	394
第三节 曳引链的安装、维护和保养	396
第四节 曳引链链轮的结构型式和选用方法	398
第五节 各类曳引链标准原文	399
GB/T 6074—2006 板式链、连接环和槽轮 尺寸、测量力和抗拉强度	

(Leaf chains,clevises and sheaves—Dimensions,measuring forces and tensile strengths) ...	401
GB/T 19927—2005 曳引用焊接结构弯板链、附件和链轮	
(Cranked-link drag chains of welded construction,attachments and sprockets)	414
GB/T 15390—2005 工程用焊接结构弯板链、附件和链轮	
(Cranked-link mill chains of welded construction,attachments and sprockets)	426
JB/T 10842—2008 有衬套拉曳链	
(Draw bench chains with bushes)	442
JB/T 10843—2008 无衬套拉曳链	
(Draw bench chains without bushes)	448
JB/T 10969—2010 多板销轴链	
(Galle chains)	454
JB/T 11079—2011 停车设备链条	
(Car parking chains)	462
第五章 专用特种链标准	471
第一节 滑片式无级变速链	471
第二节 农业机械用夹持输送链	474
第三节 不锈钢链条	476
第四节 各类专用特种链条标准原文	481
JB/T 9152—2011 滑片式无级变速链	
[Self-tooth-forming chains (P, I, V Chains)]	482
JB/T 8883—2001 农业机械用夹持输送链	
(Feed chains for agricultural machinery)	489
JB/T 10539—2005 不锈钢短节距滚子链和套筒链	
(Stainless steel short-pitch roller and bush chains)	496
附录 1 链条链轮基础标准	507
GB/T 9785—2007 链条链轮术语	
(Chains,sprockets and accessorie—List of equivalent terms)	508
JB/T 6368—2010 链条产品分类	
(Classification for chain products)	541
JB/T 5397—2006 滚子链和套筒链图形简化表示法	
(The simple express method of roller chain and bush chain graph)	547
附录 2 中国、国际及国外常用链条标准目录	564
中国链条链轮相关标准目录及与国际/国外标准对照表	564
ISO/TC 100 国际链条链轮标准目录	566
美国链条链轮标准目录	567
德国链条链轮标准目录	569

第一章 链传动设计方法和试验测试方法标准

第一节 滚子链传动选择计算

1 概述

GB/T 18150—2006《滚子链传动选择指导》等同采用 ISO 10823:2004《滚子链传动选择指导》(英文版)。

该标准提供的链传动选择指导方法适用于由符合 GB/T 1243《传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮》的滚子链条和链轮组成的工业用途的链传动。

GB/T 18150—2000《滚子链传动选择指导》等同采用 ISO 10823:1996《滚子链传动选择指导》(英文版),第一版 ISO 标准。时隔 8 年,ISO 对 ISO 10823 在技术内容上作了重大修订和调整,第二版 ISO 标准于 2004 年发布,即 ISO 10823:2004《滚子链传动选择指导》(ISO 10823 第二版),它取代了 ISO 10823:1996《滚子链传动选择指导》(ISO 10823 第一版)。

ISO 10823:1996(第一版)由德国人主持制定,参照的是 DIN 8195:1977,但比 DIN 8195:1977 的标准水平要低;ISO 10823:2004(第二版)由美国人主持修订,第二版 ISO 标准对链条的使用性能提出了更高的要求。经多年的实践证明,我国链条行业是完全能够达到这些要求的。

ISO 10823:2004《链传动选择指导》在很大程度上体现了美国人关于链条额定功率的观念。全国链传动标准化技术委员会秘书处曾多次组织全国链条行业学习和研讨美国的新额定功率表,理解和贯彻 ISO 10823:2004《链传动选择指导》的技术指标。滚子链条产品质量水平的高低,最终体现在其所能传递功率的能力以及它的可靠性程度。希望我国链条行业能够借鉴美国和其他先进工业国家的数据和经验,从应用实践中找出我国与先进国家在链传动设计应用水平上的差距,进而找出链条产品的内在质量差距,最终达到提高我国链条产品质量水平的目的。不断积累我国自己的数据,在不久的将来提出我国的标准滚子链条额定功率数据图表。

标准提供的额定功率曲线(见标准文本中的图 1、图 2、图 3)适用于经过润滑的标准系列和重载系列的单节距、单排滚子链。多排链条额定功率的确定见表 1~表 3 中的注。

额定功率曲线反映了应用系数为 1、链长近似为 120 节、使用过盈配合的连接链节、采用推荐的润滑方式、两个链轮共面安装在平行的两个水平轴上,在以上条件下满负荷运转,链条的使用寿命约为 15 000 h。

当要求使用寿命少于 15 000 h 时,可以适当提高额定速度和载荷,或者在所要求的服役寿命内满负荷运转。对所有条件下的选择程序超出了标准的范围,或对于有特殊应用要求的场合,用户应向链条制造商咨询并寻求帮助。

2 标准主要内容及应用说明

GB/T 18150 的应用对象主要集中在 GB/T 1243《传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮》中。GB/T 1243 规定了链条的抗拉强度,对于生疏的链条使用者来说,有时错把它当成了使用性能的指标。实际上,在标准中已明确阐明:“抗拉强度不是链条的工作载荷,它主要是作为相同规格不同链条(材料或结构有区别)之间的比较”。正因为如此,尽管世界各国的链条制造商都在按相同的标准制造相同规格的链条,但其使用性能却有较大差别。可以设想,没有统一的链传动选择计算方法,缺乏使用性

能指标方面的技术数据,必然导致链传动设计结果的盲目性。同一链条产品在不同主机上使用,用户评价截然相反的根源也在于此。对滚子链来说,最主要的使用性能指标应该是在不同工况下能传递的额定功率,通常用额定功率曲线图或数表来表示。

对滚子链,各发达工业国家都制定有各自的产品标准,互换性尺寸参数均与 ISO 606 相一致。如美国的 ANSI B29.1,德国的 DIN 8187、DIN 8188 等。与 ISO 606 不同的是,他们都同时规定了选用这些产品所需的使用性能技术数据。在美国的 ANSI B29.1 中增加了额定功率表;在德国的 DIN 8195 中规定了对应于 DIN 8187 和 DIN 8188 的额定功率曲线。其他国家尽管没有制定标准来统一规定滚子链的额定功率数表或图表,但各国链条制造商却在他们的样本中提供有制造商自己的滚子链额定功率数表或图表。

在应用标准进行链传动设计时,除了确定选用链条的规格外,还要确定链轮的中心距、链条的节数、链轮齿数、传动布置及润滑要求等内容。GB/T 18150—2006 中对如何确定这些参数都有明确的规定及计算程序,简单归纳概括为如下的步骤。

2.1 设计之前应掌握对传动的要求

详见标准原文中的第 5 章。

额定功率的大小与小链轮的转速有关,不管是减速传动还是升速传动,链传动的选择都是以此作为基础。

具有两个以上链轮、惰轮、复合型传动或其他非正常条件下的链传动,通常需要特别考虑。建议用户向链条制造商咨询。

在要求安静或传动特别平稳的场合,选用小节距的链条与大直径的链轮配合会减少噪声和振动,这一点特别重要。

当进行链传动选择时,应考虑输入动力和被驱动设备的类型可能对链条产生的附加载荷。使用应用系数 f_1 和小链轮齿数系数 f_2 对这些载荷进行修正[参见标准原文中表 2、表 3、表 4,图 4 及公式(5)],然后用式(1-1)来确定所要求的链条额定功率:

$$P_c = P \times f_1 \times f_2 \dots\dots\dots (1-1)$$

2.2 选择链轮

详见标准原文中的第 6 章。

链轮应有符合相应标准的齿槽形状、齿厚、剖面齿廓和直径尺寸。为获得最大的服役寿命,在中速到高速或接近于额定功率下运转的小链轮的齿面应淬硬。通常大链轮的齿数不应超过 120。

2.3 选择链条

详见标准原文中的第 7 章。

标准原文中的图 1~图 3 所提供的是链条在标准运转条件下的承载能力,三个图均以对数坐标给出,图中的链条规格是链传动修正功率 P_c 和主动链轮转数 n 的函数。标准运转条件(或称正常运转条件)是指在标准原文 7.1 中从 a)~j)的 10 项设定条件。当所设计的链传动的实际操作条件与上述标准传动条件不符时,则要按标准中提供的系数进行修正。在按标准原文中图 1~图 3 的额定功率表选择链条时,首先考虑选择能满足所要求的传递功率和传动速度的最小节距的单排链条。在要求传动紧凑的场合,则要考虑选用节距更小的双排或多排链条,使链轮的尺寸可以缩小。

2.4 计算两链轮最大中心距

详见标准原文中的第 8 章。

在选好了链条并求得了链条的长度以后,即可根据标准原文中的公式(9)、公式(10)和表 6 求得两链轮的最大中心距。两链轮的最佳中心距应为链条节距的 30 倍~50 倍,还要考虑链条在小链轮上的包角不应小于 120°。链传动的中心距可安装成可调式或固定式,可调式中心距使得链条松边的调整变得简单。对于固定中心距的链传动装置,可以使用惰轮或支撑滑片来实现松边调节。这些装置也可反

向应用以保证链条在小链轮上的包角不小于 120° 。同时还要注意链条所允许的垂度不能超过两链轮中心距的 $1\% \sim 3\%$, 垂度在链边的中点测量。详见标准原文中的 10.2。

除此之外, 还要考虑选取适当的张紧装置, 注意避免使链传动受到附加载荷。

2.5 确定润滑方式

根据标准原文中的公式(8)计算链速 v , 再根据 v 和链条规格, 按标准原文中的图 5 来选择润滑方式。选择合适的润滑方式可以有效地控制链条的磨损伸长。注意, 标准原文中的图 5 给出的各种润滑方式的范围, 是使用中必须保证的最低润滑要求。详见标准原文中的第 9 章。

在标准原文图 5 中将润滑方式分成了 4 个区, 要求必须使用流体润滑剂以保证润滑油能供应到铰接处, 减少金属与金属的接触。假如润滑充分的话, 润滑本身也能提供有效的冷却并能减小高速下的冲击。基于以上原因, 推荐润滑方式是非常重要的。标准原文中的图 1、图 2、图 3 中的额定功率值仅适用于在规定的润滑方式下的传动。

链传动装置应得到保护, 以防止灰尘和湿气的侵入。润滑油应保持清洁无污染, 并定期更换。推荐采用高等级的不含洗涤剂的石油基润滑油。重油和油脂一般来说太过于黏稠以至于不能进入链条铰链。标准原文中的表 7 给出了在各种环境温度下合适的润滑剂黏度供设计者选用。

链传动有 4 种基本的润滑方式, 在标准原文图 5 中推荐的润滑方式是由链条的速度和所选用的链条规格来确定的。他们是对润滑的最低要求, 采用较高的润滑方式是可以接受的并且可能更有利(例如: 采用方式 C 来代替方式 B)。所采用不同的润滑方式可能导致链传动的寿命有不同程度的变化。润滑的越好, 链条的寿命就越长。基于这个原因, 采用下列推荐的润滑方式是非常重要的。

方式 A: 用油壶或油刷由人工定期润滑

当链传动运行时, 至少每 8 h 用油刷或者油壶加一次油。加油的数量和频率应足以防止在链条的铰链处产生过热以及由润滑剂产生的污染。

方式 B: 滴油润滑

通过滴油装置将油直接滴在链板之间, 滴油的数量和频率应有效防止在链条的铰链处由润滑剂产生的污染。必须采取措施以防止由于气流作用而使油滴偏离方向。

方式 C: 油浴或者油盘甩油润滑

——油浴润滑, 链传动的底边链边传动时通过链箱下面的油池, 油面的位置应该达到在运转时链条最低点的节距线。

——油盘甩油润滑, 链条在油位以上运转, 浸在油箱里的油盘将油甩起并溅到链条上, 通常在链箱上设一个溅油润滑用的油池。甩油盘的直径应使油盘在边缘处产生最小为 0.2 m/s 和最大 20 m/s 的线速度。

方式 D: 油泵强制润滑

通常由一个循环泵来提供一个连续的油流。润滑油应被直接均匀地施喷在链条环路内并跨过整个链宽的松边。

当要使用与推荐的润滑剂不同时, 应向链条制造商咨询。

2.6 链传动的设计者应关注以下注意事项

a) 应用系数

标准原文中的表 2 给出了链条在正常负荷下的应用系数。对于不正常的或在极其严苛的操作条件下的应用系数没有列入表中, 它可以根据经验采用更大的应用系数, 或向链条制造商咨询。

b) 排数系数

在标准原文中链条的典型承载能力图(见标准原文中的图 1、图 2、图 3)都是为单排链条设计的。

多排链条的典型承载能力见标准原文中的图 1~图 3 中的注, 它们等于单排链条的额定功率乘以表(1-1)中的排数系数, 无论是 A 或 B 系列的链条, 还是 A 系列重载链条, 它们的排数系数是一致的。

对于 4 排以上链条排数系数的选择请向链条制造商咨询。

表 1-1 多排链排数系数

排 数	2	3
排数系数	1.7	2.5

c) 链轮调整

链轮齿面和轴的精确校直使得作用在整个链宽上的载荷得以均匀分布,并且大大提高了链传动的寿命。轴、轴承和基座应能恰当地保持原始的校准结果。对校准的检验应包含在对传动装置的周期维修中,以确保链条的最佳寿命。

d) 关于链箱

链箱必须提供足够的空间以保证能够容纳链条在全服役期间松边的伸长。

e) 额定功率

在应用 GB/T 18150—2006 选用链条时,最好查阅或咨询链条制造厂家的额定功率数据或图表。

为正确应用标准中的额定功率图,必须认真考虑下列因素:

- 标准原文中表 2 的应用系数;
- 标准原文中图 1~图 3 的排数系数;
- 润滑,由链条的规格和运转速度建立起的链传动的润滑方式(见标准原文中的图 5),必须采用图中推荐的润滑方式或者更好的润滑方式以获得最佳的链条使用寿命。

f) 关于连接链节

滚子链额定功率标准原文中的图 1~图 3 允许使用过盈配合的连接链节。使用过盈配合的弯板链节或者使用滑动配合的连接链节的链条可能不会满足这些额定功率图。使用滑动配合的弯板链节的链条将不满足这些额定功率图。当使用装有滑动配合的连接链节或弯板链节的链条时,应向链条制造商咨询这些链条特殊的额定功率系数。

g) 在标准原文的附录 A 中提供了链传动设计示例,供链传动的设计者参考。

第二节 链条疲劳试验方法

1 概述

1.1 标准制定背景

GB/T 20736—2006《传动用精密滚子链条疲劳试验方法》等同采用 ISO 15654:2004《传动用精密滚子链条疲劳试验方法》(英文版)。

ISO 15654:2004 Fatigue test method for transmission precision roller chain(《传动用精密滚子链条疲劳试验方法》)是由我国首次提出并承担项目工作组(WG)秘书处和项目负责人完成的第一项链传动领域的国际标准制定项目。该项目于 1996 年立项,2004 年发布,历时 8 年。此国际标准的基础是我国机械行业标准 JB/T 5387—1991《滚子链和套筒链链段疲劳性能试验方法》,该项目是将在我国已经成熟的链条疲劳试验技术通过制定国际标准在国际上推广,该项标准现已成为链条产品在国际贸易中的重要质量验收判定方法和依据之一。由于该标准的发布,已经改变了原有链条产品标准的技术要求格局,在新制修订的几乎所有链条产品标准中都相应增加了对链条疲劳性能的新要求。该标准的制定对国际链传动标准化技术产生了巨大而且深远的影响,该项标准的制定完成在国内外所产生的社会效益非常显著。

该标准利用金属疲劳裂纹形成及扩展机理,以及数理统计学原理而制定。该标准的制定和发布在世界范围内首次统一了链条疲劳试验方法。标准中规定的试验样品的样本容量及结构型式、进行链条

疲劳试验的试验条件、连接夹具的结构型式及技术要求、链条疲劳试验规范、试验记录表格的形式以及试验数据处理方法等,在世界范围内都首次得到了统一。使得各家(各国)所测数据具有可比性,给国际间贸易往来带来了很大方便,大幅节省了试验样品数量和试验所用时间。给国内外的链条制造商带来了可观的经济效益,即可节省大量的试验样品,又可节省大量的疲劳试验时间。因为疲劳试验本身就是一项非常耗时的试验。

1.2 标准的特点

1.2.1 标准主要是针对动力传动用精密滚子链和套筒链而制定的,也可用于工作条件相似的其他传动链条的疲劳试验,如自行车链条、摩托车链条以及板式链等。

1.2.2 标准为试验方法标准,对抽样和数据处理方法在标准原文中仅作简单规定,详细请参照其他相关标准执行。

1.2.3 标准只对试验设备、试验样品、连结夹具、试验程序和试验结果报告格式作具体规定。

1.2.4 标准的试验对象是单排链链段和装配好的成品整条封闭环形链条,而不是组成链条的零件,测试结果可直接反映链条产品的疲劳强度。

2 标准主要内容及应用说明

2.1 试验样品

标准对试验样品规定为单排链链段或装配好的成品整条封闭环形链条。

链段至少应有 3~5 个自由链节,自由链节不包括和试验夹头相连接的链节。链段的两端即可为内链节也可作为外链节,这样规定是根据目前在世界同行业所流行和广泛采用的试验方法而提出的。采用链段或整链为试验对象,能较好地反映产品和整链的疲劳性能,而若采用组成链条的零件(如链板、销轴等)则不能做到这一点,因为这里存在着公差等因素对装配的影响。

2.2 试验链节数与其疲劳强度的关系

试验链节数的多少与测得的疲劳强度之间是有关系的。链节数少,测得的疲劳强度值高;链节数多,测得的疲劳强度值低,但链节数太多,会使试验机振动系统的刚度降低,很难使疲劳试验机起振。

2.3 试验条件

标准中未对疲劳试验机的类型作具体规定,这样可使试验者在选择试验设备时有一定的灵活性(只要满足标准中对试验机的要求即可)。实际上,国内生产的疲劳试验机主要是电磁振荡式高频疲劳试验机和电液伺服式疲劳试验机。

标准中对试验机循环频率的要求是不能使试件在试验过程中引起温度剧烈增高,因载荷循环频率取决于试验机类型、试验链节数的多少、夹具的刚度及对试验的要求。

在相同的载荷水平下,建议同一批试样的试验应在同一台试验机上进行,且频率要大致相同。这样做的目的是为了消除或减少频率误差对试验结果的影响,以减少数据的离散性。

为了使试样的载荷准确,对试验机的精度提出了要求,试验机的校准精度应在其最大工作能力的 $\pm 2\%$ 以内。这些都是针对试验设备提出的,在购置设备时,要注意试验设备本身的精度是否适合于链条的疲劳试验。

2.4 与试验机的连接夹具

一般的轴向疲劳试验机没有配备专门用于试验链条的连接夹具,需要试验人员根据连接尺寸自行设计。

2.4.1 对夹具的一般要求

a) 连接夹具要按相应链段或链条试样的规格系列设计。

b) 连接夹具的疲劳强度要比受试链段或链条高得多。

- c) 连接夹具上、下对中性要好。
- d) 便于试样装夹。

2.4.2 双自由度夹具

受试链段或链条通过连接夹具与试验机相连,上下夹具的对中性好坏以及原试验机上下连接夹头的对中性都将直接影响到试验结果。标准建议采用双自由度的连接夹具,这样就可使试样在两个方向能自由摆动,消除由于上、下夹头对中性误差而造成的附加弯矩。

另外采用双自由度夹具,在改变试样规格时,可只更换第二级的与链条试样连接部分即可,无需将与试验机传感器部分相连接的螺纹件拆卸下来,所以双自由度夹具装夹更换都很方便。

2.4.3 夹具的选材及强化处理

对用来制造夹具的材料,并不是材料的静强度指标越高越好,而是要求材料具有一定的韧性,对于应力集中不十分敏感,有高的抗疲劳性能,热处理变形要小,热处理宜采用调质处理,以获得较高的综合力学性能。

建议对连接夹具采用强化处理,这主要是要提高夹具的疲劳寿命。在进行大量的成组对比疲劳试验时,夹具的疲劳寿命是很重要的。

2.4.4 销轴

连接夹具与受试链段连接用销轴,建议采用同种规格链条的多排链用销轴,无需特殊加工。一般情况下,链条生产厂生产的链条销轴质量较稳定,强度可以满足链条疲劳试验要求,而且对于厂家来说也很方便。

2.4.5 试验程序

2.4.5.1 确定疲劳试验的最小载荷

标准中规定链条疲劳试验的最小载荷应在 GB/T 1243 或 GB/T 14212 中规定的最小抗拉强度 F_u 的 1%~5% 之间选择。

2.4.5.2 确定疲劳试验的最大载荷

链条疲劳试验的最大载荷分为两种不同的情况来确定:

- a) 验证疲劳试验的最大载荷应按标准原文中 7.2 的公式(4)来计算确定[见式(1-2)]:

$$F_{\max} = \frac{F_t F_u + [F_{\min}(F_u - F_t)]}{F_u} \dots\dots\dots (1-2)$$

验证试验的目的是要确定链条是否满足在 GB/T 1243 或 GB/T 14212 中规定的动载强度要求,验证试验的持久限规定的载荷循环次数为 3×10^6 ,验证试验应对至少 3 个以上试样做试验,验证试验的接受条件是所有试样应达到持久限而不能产生断裂。

- b) 升降法疲劳试验的最大载荷应按标准原文中 7.3 规定的程序来确定。

升降法试验的目的是确定链条的疲劳极限,当测定链条的疲劳极限时,持久限设定的载荷循环次数为 10^7 。关于升降法试验方法及试验规则在标准原文的第 8 章中都有详细描述及规定。

实际上,链条的抗拉强度一般都大于标准中的规定值,所以,也可以实测链条的 F_u 值来计算疲劳试验的最小载荷和最大载荷。

有了最小载荷和最大载荷,根据标准原文中公式(1)和公式(2)即可算出平均载荷和载荷幅值。

2.4.5.3 加载

将试验链段或链条与试验机连接好后,先加静载荷到规定值(平均载荷),然后起振,增加载荷幅到规定值(最大载荷),施加载荷时要缓慢加载,所加载荷值要准确,严禁超载,避免产生预拉效应。在整个试验过程中要经常观察载荷示值的变化,发现载荷下降要及时调整到规定值,在对每个试样进行试验过程中,试验不能中断。如中途停机,这样可能导致链条的疲劳机理发生变化,以至于影响最终试验结果。

2.4.5.4 要剔除的试验数据

- a) 因停电造成的疲劳试验中断。

b) 由于连接链条试样与夹具的销轴或夹具破坏而引起的试验中断。

2.4.5.5 终止试验

- a) 试样在规定的载荷下一直连续试验到试件失效或达到规定的循环次数为止。
- b) 试样的疲劳失效判定是链板或销轴出现肉眼可见裂纹或断裂。

2.4.6 F-N 曲线及 R-F-N 曲线的测定

F-N 曲线是可靠度为 50%的载荷-循环次数曲线,在通常疲劳试验中测出的均为这一曲线。随着用户对产品可靠性要求的提高,根据用户的要求,测定出 R-F-N 曲线,将可给出不同可靠度下的条件疲劳极限,这条曲线更科学地反映出了产品的疲劳性能,也为设计部门提供了可靠性依据。

2.4.6.1 F-N 曲线的测定

F-N 曲线的测定通常选取四级~五级载荷水平来进行。在高载荷水平下,试验数据分散不大,而随着试验载荷水平的降低,试验数据也随之发散,因此要求在上一级载荷水平试样数量的基础上适当增加试样数量,以求测得的 F-N 曲线更准确。由于测定 F-N 曲线的方法有多种,同时也涉及到数据处理的方法问题,内容很多不宜放入本手册正文,技术人员可参照有关标准及文献书籍进行处理。

2.4.6.2 R-F-N 曲线的测定

一般按常规方法测出的 F-N 曲线的可靠度为 50%。如果单纯以这种曲线作为产品寿命估算的依据,则往往偏于危险,因为这样做意味着有一半产品在达到预期寿命 N 之前会过早地发生破坏。为此,需要寻求具有较高可靠度的 F-N 曲线,如 95%可靠度的 F-N 曲线,该曲线所给出的寿命 N 对 1 000 个产品来说,有 950 个能经 N 次循环尚存,只有 50 个会提前发生破坏。破坏的概率既然这样小,产品的寿命自然是比较可靠的了。R-F-N 曲线就是指具有不同可靠度 R 的一族 F-N 曲线。

测定 R-F-N 曲线时,对于每一级载荷水平,必须使用一组试件,每组试件一般不应少于 5 个,数据分散性小,试件可以少取一些;分散性大,试件要多取一些。载荷水平一般取四级~五级,这样在每一级载荷水平下,根据一组试件的试验结果,进行统计分析后,可以求得某一可靠度 R 的安全寿命 N_R 。将四级~五级不同载荷水平下分别求出的安全寿命画在同一坐标纸上,用曲线拟合各数据点,即可做出 R-F-N 曲线。

2.5 试验数据分析处理

有关升降法试验数据的分析处理详见标准原文中第 8 章及附录中的有关规定。

2.6 试验结果报告

在标准中首次规定了疲劳试验报告的内容和统一格式,详见标准原文中第 9 章及附录 E 中的有关规定。

2.7 应用姜森-古得曼公式计算滚子链疲劳试验循环载荷最大值

由于有的疲劳试验机不能保持标准规定的最小试验载荷(约为最大试验载荷的 10%),采用以下方法,允许链条制造商在有限的范围内来选择能够使他们的试验机可以保持的最小试验载荷。这样即增加了执行标准的灵活性,又不使标准的要求降低。

在 GB/T 1243 或 GB/T 14212 中仅规定了单排链动载强度的最小值 F_d 和抗拉强度的最小值 F_u ,那么如何根据这些有限数据来确定进行链条疲劳试验所需的数据呢(即试验规范)?下面介绍如何应用在 GB/T 20736—2006 中的姜森-古得曼公式来解决这一问题。

已知在 GB/T 1243 或 GB/T 14212 中规定的单排链动载强度的最小值 F_d (此处的 F_d 实际上就是相对于将最小载荷修正到零时的最大载荷 F_1);最小动载荷可以在最小抗拉强度的 1%~5%之间选取。利用姜森-古得曼公式即可计算得到最大试验动载荷。

由式(1-3)[GB/T 20736—2006 中的公式(3)]可推得式(1-4):

$$F_1 = \frac{F_u(F_{\max} - F_{\min})}{F_u - F_{\min}} \dots\dots\dots (1-3)$$

$$F_{\max} = \frac{F_t F_u + [F_{\min} (F_u - F_t)]}{F_u} \dots\dots\dots (1-4)$$

式中：
 $F_{\max}$ ——循环载荷中的最大值，N；
 $F_{\min}$ ——循环载荷中的最小值，N(在最小抗拉强度的 1%~5%之间选取)；
 F_u ——在 GB/T 1243 或 GB/T 14212 中规定的链条最小抗拉强度值，kN；
 F_t ——相对于将最小动载荷修正到零时的最大动载荷值，N(等于在 GB/T 1243 或 GB/T 14212 中规定的单排链动载强度的最小值 F_d ，其对应的载荷循环次数应为 3×10^6)。

应用举例：如何确定 16A-1 链条的疲劳试验规范？

从 GB/T 1243 中查得 16A 单排链条的最小动载强度 $F_d = F_t = 9\,550\text{ N}$ ；最小抗拉强度 $F_u = 55.6\text{ kN}$ ；链条制造商自行选取的最小试验动载荷为 $F_{\min} = 2\,500\text{ N}$ (约为最小极限抗拉强度的 4.5%)，则根据式(1-4)可得：

$$\begin{aligned} F_{\max} &= \frac{F_t F_u + [F_{\min} (F_u - F_t)]}{F_u} \\ &= \frac{9\,550 \times 55\,600 + 2\,500 \times (55\,600 - 9\,550)}{55\,600} \\ &= 11\,430\text{ N} \end{aligned}$$

最后得 16A-1 滚子链条的试验规范为：
最大载荷： $F_{\max} = 11\,430\text{ N}$
最小载荷： $F_{\min} = 2\,500\text{ N}$
平均载荷： $F_m = (F_{\max} + F_{\min})/2$
 $= (11\,430 + 2\,500)/2 = 6\,965\text{ N}$
载 荷 幅： $F_a = (F_{\max} - F_{\min})/2$
 $= (11\,430 - 2\,500)/2 = 4\,465\text{ N}$

2.8 链条疲劳试验方法国际标准的未来发展趋势

国际标准化组织 ISO/TC 100/WG 12 正在对 ISO 15654 进行修订，在新修订的国际标准版本中，将加入多排链和板式链的疲劳试验方法。请本手册的使用者多加关注国际化的最新进展。图(1-1)所示是用于单排链、多排链和板式链的疲劳试验用夹具图，供本手册使用者参考。