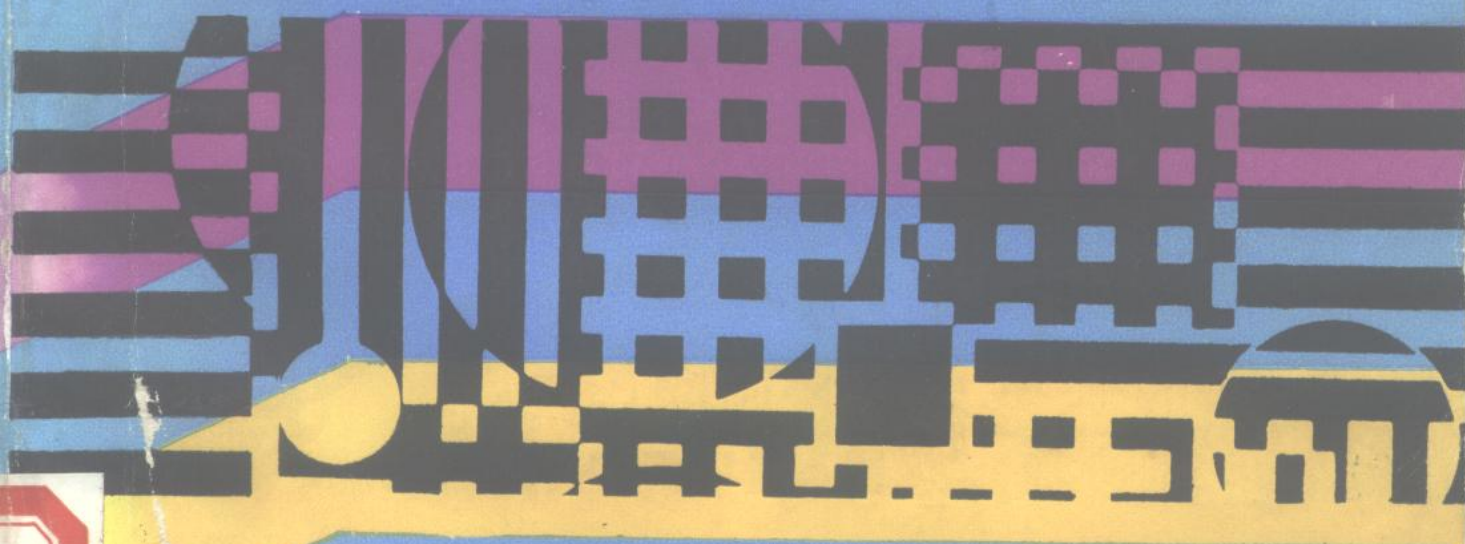


# 常用机械零部件及 机构优化设计程序库 — 原理与使用说明

朱燕生 主编



机械工业出版社

# 常用机械零部件及机构优化 设计程序库—原理与使用说明

朱燕生 主编



机械工业出版社

《常用机械零部件及机构优化设计程序库》是国家“六五”期间取得的一项具有国际先进水平的重大科研成果，它包括机械设计中覆盖面较广的31种常用机械零部件及机构的优化设计程序。本书介绍了程序库中齿轮减速器、齿轮机构、离合器和制动器、静压和动压滑动轴承及平面连杆机构等主要优化设计程序的基本设计原理、计算流程、程序结构和使用说明，并附有部分源程序，以期帮助不同需要的读者掌握优化设计的全过程和某些主要技术细节，促进机械优化设计技术在生产和科研中的推广应用。

本书可供广大从事机械设计和科研的工程技术人员、工科大专院校教师、研究生和高年级学生阅读。

原建库单位合肥工业大学可以向读者提供相应机型的磁盘。

## 常用机械零部件及机构优化 设计程序库——原理与使用说明

朱燕生 主编

责任编辑：夏曼苹

封面设计：刘代

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

华北有色五一七印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张301/4·字数703千字  
1987年11月北京第一版·1987年11月北京第一次印刷  
印数 0,001—7,200 ·定价：6.90元

统一书号：15033·7255

## 前 言

《常用机械零部件及机构优化设计程序库》是国家“六五”科技攻关的一个子项目。该项目包括了在机械设计中覆盖面较广的31种常用机械零部件及机构的优化设计程序。所提供的程序,既具有优化设计功能,又具有较强的分析计算功能;既能用于新产品的开发设计,也可用于老产品的校核、改进设计。经过三年时间的协同攻关,程序库首先在DPS85/2和DUAL MC68000型计算机上装机建库,并于1985年12月在北京通过了技术鉴定。鉴定意见认为:所研制的程序库是我国机械设计领域中一个大规模的应用软件库,属于国内首创。该程序库具有国际先进水平,是一项重大的科研成果。

程序库中所有程序,统一用FORTRAN IV或FORTRAN 77语言编写。程序库的规模,约为五万条FORTRAN语句。考虑到目前国内IBM-PC机的拥有量较大,原建库单位已将程序库从MC68000机移植到PC机上。移植中,对程序库中部分内容进行了修改、补充。原建库单位负责向广大用户提供程序库的详尽技术资料,其中包括源程序或各种机型的磁盘、磁带等。

为了进一步推广这项科研成果,使其在生产、科研和教学中发挥更大作用,特将程序库的主要内容编辑成书,公开发行,以飨读者。近年来,国内已经出版了一些有关机械优化设计方面的书籍,但系统讨论各类常用机械零部件及机构优化设计的书籍还不多见。我们希望本书的出版,能补充这方面的不足,并帮助读者较全面地掌握有关知识。

书中各篇基本上由下述三部分内容组成:基本原理,主要阐述优化设计的理论依据和建立优化设计数学模型的方法;程序说明,简要说明优化设计的计算流程、程序结构和各主要子程序的功能和框图;使用说明,介绍程序的使用方法,其中包括输入数据的准备,输入和输出格式说明等。书后附有部分源程序,这些程序都是直接从IBM-PC机上打印出的。

本书主要由原程序库的建库和建包单位负责人执笔,编写内容主要取自各研制单位所提供的全部技术资料(参加程序库研制的主要人员名单和各单位提供的技术文件一览表见附录)。执笔人员的具体分工如下:第一篇,合肥工业大学朱燕生;第二篇,合肥工业大学马同春;第三篇,华中工学院钟毅芳;第四篇,北京工业学院万耀青、清华大学何德誉;第五篇,南京工学院许尚贤、西安交通大学毕振南;第六篇,合肥工业大学丁爵曾。全书由朱燕生主编,北京钢铁学院陈立周主审。

机械优化设计涉及到多种学科的理论和方法以及多方面的生产实际问题。由于我们的经验和水平所限,书中疏漏或不妥之处在所难免,竭诚欢迎读者批评指正。

本程序库在研制过程中,曾得到机械工业部科技司、教育局和机械科学研究院有关同志的大力支持,在此表示衷心的感谢。

1986年10月

# 目 录

## 第一篇 常用机械零部件及机构优化设计总论

### 第一章 常用机械零部件及机构优化设计程序库

一、 程序库概况.....3	四、 程序库应用情况.....7
二、 研制程序库的意义.....3	五、 程序库的展望.....7
三、 程序库的主要内容和特点.....4	

### 第二章 常用机械零部件及机构优化设计的数学模型

一、 优化设计与常规设计的关系.....8	(二) 目标函数.....12
二、 优化设计数学模型.....10	(三) 设计约束.....13
(一) 设计变量.....10	

### 第三章 常用优化方法

## 第二篇 齿轮减速器优化设计程序包

### 常用符号

### 第一章 总 论

一、 概述.....22	(一) 设计变量.....3
二、 齿轮减速器优化设计程序包的功能、特点及应用范围.....24	(二) 目标函数.....39
(一) 程序包的功能.....24	(三) 约束函数.....39
(二) 程序包的适用范围.....25	五、 混合离散变量优化方法.....40
(三) 程序包的特点.....26	(一) 减速器优化设计数学模型的特点.....40
三、 设计方法与计算公式.....27	(二) 离散变量优化设计方法简介.....41
(一) 圆柱齿轮设计计算.....27	六、 程序包的结构与组成.....43
(二) 行星传动设计计算若干公式.....31	七、 程序包的使用说明.....46
(三) 圆锥齿轮设计计算方法与公式.....34	(一) 程序包的装机.....46
(四) 轴的强度与刚度计算.....36	(二) 数据输入与准备.....46
四、 数学模型.....38	(三) 算题的基本步骤及算例.....50

### 第二章 展开式减速器优化设计

一、 数学模型.....53	三、 程序结构.....59
(一) 设计参数.....53	(一) PERD程序结构.....59
(二) 目标函数.....53	(二) 子程序名及其功能.....59
(三) 约束条件.....54	四、 输入输出数据说明.....60
二、 迭代枚举优化方法.....55	(一) 输入数据说明.....60
(一) 基本思想.....55	(二) 输出格式说明.....62
(二) PEF子程序的数学模型.....55	五、 示例及算题步骤.....62
(三) 速比最优分配的数学模型.....58	

### 第三章 同轴式减速器优化设计

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 一、 数学模型.....65          | (二) 几点说明.....74     |
| (一) 设计变量.....65         | 三、 输入与输出数据说明.....76 |
| (二) 目标函数.....66         | (一) 输入数据.....76     |
| (三) 约束函数.....69         | (二) 输出说明.....81     |
| 二、 程序结构.....71          | 四、 示例及算题步骤.....81   |
| (一) CORD程序结构及子程序.....71 |                     |

### 第四章 圆锥—圆柱齿轮减速器优化设计

- |                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| 一、 数学模型.....84           | (二) 主要子程序及框图.....89 |
| (一) 设计变量.....84          | 三、 输入输出说明.....91    |
| (二) 目标函数.....85          | (一) 输入数据说明.....91   |
| (三) 约束函数.....86          | (二) 输出形式.....95     |
| 二、 程序结构.....88           | 四、 示例及算题步骤.....95   |
| (一) BVRD分程序结构及子程序.....88 |                     |

### 第五章 渐开线行星齿轮减速器优化设计

- |                           |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| 一、 概述.....99              | (三) 单级行星传动设计参数的网格<br>枚举法..... 106 |
| 二、 数学模型.....99            | (四) 综合评判法..... 107                |
| (一) 设计参数.....99           | 四、 程序结构..... 109                  |
| (二) 目标函数.....99           | (一) PLRD程序结构及子程序..... 109         |
| (三) 约束函数..... 100         | (二) 主要子程序框图及说明..... 112           |
| 三、 迭代枚举、综合评判优化方法..... 102 | 五、 程序使用说明..... 115                |
| (一) 基本思想..... 102         | 六、 示例及算题步骤..... 120               |
| (二) 传动比分配方法..... 103      |                                   |

## 参 考 文 献

### 第三篇 齿轮传动优化设计程序包

#### 常用符号

#### 第一章 总 论

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 一、 齿轮传动优化设计程序包的功能和<br>应用范围..... 133 | 公式..... 134                             |
| (一) 适用范围..... 133                   | (二) 直齿圆锥齿轮传动设计的有关<br>计算公式..... 137      |
| (二) 主要功能..... 133                   | (三) 弧线锥齿轮和零度锥齿轮传动<br>设计的有关计算公式..... 138 |
| 二、 齿轮传动设计的基本理论和有关计<br>算公式..... 134  | (四) 圆弧齿双曲面齿轮传动设计的<br>有关计算公式..... 143    |
| (一) 圆柱齿轮传动设计的有关计算                   |   |

#### 第二章 齿轮传动优化设计的数学模型

- |                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| 一、 圆柱齿轮传动优化设计的数学模型.....147 | (一) 设计变量..... 147 |
|----------------------------|-------------------|

(二) 目标函数.....	147	(三) 约束函数.....	154
(三) 约束函数.....	148	四、 圆弧齿双曲面齿轮传动优化设计的数学模型.....	155
二、 直齿圆锥齿轮传动优化设计的数学模型.....	150	(一) 设计变量.....	155
(一) 设计变量.....	150	(二) 目标函数.....	155
(二) 目标函数.....	151	(三) 约束函数.....	157
(三) 约束函数.....	152	五、 圆柱齿轮变位系数最优选择的数学模型.....	157
三、 弧线锥齿轮和零度锥齿轮传动优化设计的数学模型.....	153	(一) 设计变量.....	158
(一) 设计变量.....	153	(二) 目标函数.....	158
(二) 目标函数.....	153	(三) 约束函数.....	159

### 第三章 程序包的程序结构

一、 程序包的构成及各子程序间的调用关系.....	161	设计程序.....	168
二、 主要子程序功能.....	163	(四) 圆弧齿双曲面齿轮传动优化设计程序.....	168
(一) 圆柱齿轮传动优化设计程序.....	163	(五) 圆柱齿轮变位系数最优选择程序.....	173
(二) 直齿圆锥齿轮传动优化设计程序.....	163	(六) 公共程序块.....	173
(三) 弧线锥齿轮和零度锥齿轮优化			

### 第四章 程序包的使用说明

一、 原始数据的输入方式.....	175	(一) 圆柱齿轮传动优化设计程序.....	175
(一) 用数据文件的方式输入原始数据.....	175	(二) 弧线锥齿轮和零度锥齿轮传动优化设计程序.....	181
(二) 用人-机对话的方式输入原始数据.....	175	(三) 圆柱齿轮变位系数最优选择程序.....	185
二、 数据输入表.....	175		

## 参 考 文 献

### 第四篇 离合器与制动器优化设计程序包

#### 常用符号

#### 第一章 总 论

一、 概述.....	194	三、 块式制动器程序概况.....	195
二、 离合器程序概况.....	194	(一) 程序功能.....	195
(一) 适用范围.....	194	(二) 程序特点.....	195
(二) 主要功能.....	194	四、 程序包的总流程框图.....	195
(三) 程序特点.....	194		

#### 第二章 片式摩擦离合器优化设计

一、 片式摩擦离合器(制动器)设计计算原理.....	197
----------------------------	-----

二、片式摩擦离合器设计计算的公式及 数据处理方法..... 199	(二) 约束函数..... 206
(一) 摩擦系数的取值和计算..... 200	(三) 关于数学模型的几点说明..... 207
(二) 离合器加压规律的计算..... 201	四、优化方法说明..... 207
(三) 摩擦扭矩的计算..... 201	五、PLATE程序结构..... 210
(四) 离合器扭矩容量的计算..... 202	(一) 总体说明..... 210
(五) 摩擦片表面比压的计算..... 202	(二) 主要子程序功能说明..... 210
(六) 摩擦片花键齿挤压应力计算..... 202	六、使用说明..... 219
(七) 制动器结合过程计算..... 202	(一) 用户应准备的数据清单..... 219
(八) 主离合器结合过程计算..... 203	(二) 程序使用说明..... 219
(九) 摩擦片温度场分析..... 204	(三) 子程序INTERT的填写说明..... 223
(十) 渐开线花键几何尺寸计算..... 205	七、设计实例..... 224
三、优化设计数学模型..... 206	(一) 原始数据..... 224
(一) 设计变量..... 206	(二) 验算原产品结果与优化结果..... 225
	(三) 几点结论..... 226

### 第三章 块式制动器优化设计

一、块式制动器设计理论分析..... 227	四、BLOCK程序结构..... 234
(一) 摩擦盘温升过程计算..... 227	(一) 总体结构..... 234
(二) 热流 $q$ 计算..... 230	(二) 主要子程序功能说明..... 235
(三) 制动角及制动时间计算..... 231	五、使用说明..... 241
二、优化设计数学模型..... 232	(一) 数据准备及输入..... 241
(一) 设计变量..... 232	(二) 结果输出..... 244
(二) 目标函数..... 233	(三) 数据准备、输入及输出示例..... 245
(三) 约束条件..... 233	六、设计实例..... 247
三、优化方法说明..... 234	

### 参考文献

### 第五篇 滑动轴承优化设计程序包

#### 常用符号

#### 第一章 总 论

一、概述..... 255	三、动压轴承程序概况..... 257
二、静压轴承程序概况..... 255	

#### 第二章 静压和动静压轴承优化设计

一、概述..... 258	(二) 推力轴承设计计算..... 279
(一) 静压轴承的优缺点和应用范围..... 258	(三) 节流器设计..... 282
(二) 静压、动静压轴承设计计算方法的发展情况..... 259	三、优化设计数学模型..... 282
二、设计计算原理..... 259	(一) 已知条件..... 282
(一) 各类径向轴承的分析计算..... 259	(二) 设计变量..... 283
	(三) 目标函数..... 284



(四) 约束条件.....	284	六、 使用说明.....	297
四、 优化方法说明.....	286	(一) 输入方式和输入数据文件的建立.....	297
五、 程序结构.....	287	(二) 输出数据的收集.....	300
(一) 整体结构.....	287	七、 设计实例.....	300
(二) 主要子程序框图.....	287		

### 第三章 动压轴承优化设计

一、 概述.....	306	解法.....	315
二、 设计计算原理.....	307	(二) 优化方法.....	318
(一) 径向滑动轴承的几何关系和运动关系.....	307	五、 程序说明.....	319
(二) 径向滑动轴承的雷诺方程.....	309	(一) 程序结构组成与框图.....	319
(三) 径向滑动轴承的性能计算.....	309	(二) 程序说明.....	320
三、 优化设计数学模型.....	312	六、 使用说明.....	324
(一) 设计变量.....	312	(一) 输入信息.....	324
(二) 目标函数.....	312	(二) 输出形式.....	326
(三) 约束条件.....	315	(三) 输入、输出文件.....	327
四、 优化方法.....	315	(四) 算例.....	327
(一) 流体动压滑动轴承优化设计的		(五) 其它使用说明.....	328

### 参考文献

#### 第六篇 平面四杆机构优化设计程序

##### 常用符号

#### 第一章 总 论

一、概述.....	334	定运动.....	340
(一) 功能.....	334	(四) 实现曲柄滑块机构连杆上某点的给定运动.....	341
(二) 特点.....	334	(五) 实现导杆机构导杆的给定运动.....	341
二、 平面连杆机构优化设计的数学模型.....	335	(六) 实现导杆机构滑块上某点的给定运动.....	341
三、 用机构分析程序KFDAPL建立机构优化设计的数学模型.....	336	五、 优化方法.....	342
四、 固化的数学模型.....	337	(一) 广义目标函数.....	342
(一) 实现铰链四杆机构从动件的给定运动.....	338	(二) 改进的无约束优化方法.....	343
(二) 实现铰链四杆机构连杆上某点的给定运动.....	339	(三) 对离散型设计变量的处理和辅助性功能.....	344
(三) 实现曲柄滑块机构从动件的给			

#### 第二章 机构分析程序KFDAPL的计算原理

一、 机构的运动分析.....	345	(二) 杆组的位置分析.....	346
(一) 杆组的模式.....	345	(三) 平面矢量的旋转矢量.....	346

(四) 杆组模式 I 的速度和加速度分析.....	347	(二) 平面矢量方程组的解.....	349
(五) 杆组模式 II 的速度和加速度分析.....	348	(三) 杆组模式 I 的力分析.....	350
(六) 杆组模式 III 的速度和加速度分析.....	348	(四) 杆组模式 II 的力分析.....	350
二、机构的力分析.....	349	(五) 杆组模式 III 的力分析.....	350
(一) 单构件的力分析.....	349	三、机构的模式识别.....	351
		(一) 机构的模式识别和计算方案的自动形成.....	351
		(二) 机构分析计算的流程图.....	352

### 第三章 程序说明

一、程序的总体结构.....	353	三、程序KFDA PL中有关子程序的主要标识符说明.....	356
二、各程序块的功能说明.....	353		

### 第四章 使用说明

一、直接使用本程序时的输入与输出形式.....	359	(一) 程序功能扩充的方法.....	366
(一) 输入方式.....	359	(二) 机构的描述.....	367
(二) 输出格式.....	363	(三) 输入格式.....	369
二、程序功能的扩充.....	366	(四) 应用举例.....	369

### 参 考 文 献

#### 附录 A 程序库中部分源程序

一、简要说明.....	372	设计程序RBWOAG.....	429
二、同轴式减速器优化设计程序CORD.....	373	五、平面连杆机构运动、力和动力分析程序KFDA PL.....	447
三、块式制动器优化设计程序BLOCK.....	416		
四、无周向回油槽油腔式静压轴承优化			

#### 附录 B PLODM程序库内容介绍

一、程序库的技术文件和源程序目录.....	470	员一览表.....	472
二、程序库参加研制单位与主要研究人			

# 第一篇

## 常用机械零部件及机构优化设计总论



# 第一章 常用机械零部件及机构 优化设计程序库

## 一、程序库概况

《常用机械零部件及机构优化设计程序库》是国家“六五”科技项目《机械产品优化设计研究》中规模最大的一个子项目。这是完全依靠国内力量自行开发研制成功的一个大型机械优化设计软件库，适用于对机械产品中大量重复出现的常用机械零部件及机构进行优化设计和分析校核计算。它的建成，为在我国推广应用现代设计理论和方法，特别是运用电子计算机进行机械产品的设计、开发和研究，提供了强有力的手段。

本程序库简称为 PLODM (*Program Library of Optimum Design for Machine Components and Mechanisms in Common Use*)。全库目前包括了31种常用机械零部件及机构的优化设计程序。所有程序，用统一的FORTRAN IV 或 FORTRAN77语言编写。程序库的规模，以FORTRAN语句表示，约为五万条。

PLODM已分别在DUAL MC68000微型计算机和DPS 8/52、IBM4341等大、中型计算机上装机建库。为了进一步扩大适用范围，已将程序库成功的移植到IBM-PC/XT微型机上，并将继续向其它机型移植。

本程序库已于1985年12月通过了国家技术鉴定。鉴定意见认为：所研制的程序库，是我国机械设计领域中一个大规模的应用软件库，属于国内首创；该程序库具有国际先进水平，是一项重大的科研成果。

参加课题研究的有国内13所高等院校和两个研究所。它们是：合肥工业大学、华中工学院、北京工业学院、北京钢铁学院、南京工学院、广州机床研究所、上海机床厂磨床研究所、上海科技大学、清华大学、内蒙古工学院、西安交通大学、陕西机械学院、甘肃工业大学、武汉工学院、哈尔滨电工学院等。参加研制工作的人员，超过100人次。

## 二、研制程序库的意义

优化设计是现代设计方法的重要内容之一。它以数学规划论为理论基础，以电子计算机为工具，在充分考虑多种设计约束的前提下，寻求满足某项预定目标（如重量最轻、刚度最大、强度最高、温升最低、动态响应最小等等）的最佳设计方案。对于机械设计领域，优化设计能比较好地把各种现代设计理论和经过长期实践验证的设计内容结合起来。这种新技术的兴起，立即引起了我国学术界和工程界的极大兴趣，随之开展了多方面的研究工作和工程实践，取得了可喜的成果。经验表明，优化技术在机械设计领域中也具有巨大的应用潜力。它的推广应用，对于促进我国设计工作现代化，能起到良好的作用。

回顾80年代初的状况，尽管当时已经有很多单位开展了多项研究工作，但这些工作多半是在分散条件下进行的。由于各单位自行研制有关程序，所以造成力量分散、目标

不统一、研制周期长、程序通用性差、在相近水平上重复多的局面。在对机械产品中大量重复出现的常用机械零部件及机构的优化设计研究中，这种现象尤为突出。问题的另一方面，是广大的工程设计人员，因缺乏系统的、实用的优化设计程序而难以开展工作。这种状况，阻碍了优化技术的应用和推广。

鉴于上述情况，我们在上级主管部门主持下，经过广泛的调查研究，确认了在吸收国外先进技术的基础上，充分发挥我国社会主义制度的优越性，在全国范围内，组织技术力量，协同攻关。按统一规划和统一的技术要求，研制一批覆盖面较广的常用机械零部件及优化设计应用程序，建立一个内容比较丰富、功能比较完善、使用比较方便的优化设计程序库，这是非常迫切需要的，也是完全可行的。

依靠我国技术力量联合研制大型机械优化设计程序库的必要性，还表现在机械产品设计中，不可能全盘地、直接地引用外国现成的应用软件。因为后者无论在材料的品种、规格、技术标准、工艺水平、设计规范和技术数据等方面，与我国实际情况都存在着或大或小的差异。更不用说经济、政治方面的考虑了。

所建立的程序库，不仅为广大设计人员提供了一定门类的分析程序和优化设计程序，供他们设计时调用，并且，也为机械CAD系统提供了重要的基础应用软件。这无疑也是很有意义的。

### 三、程序库的主要内容和特点

PLODM内容包括两部分：应用程序系统和管理系统。应用系统是程序库的主体部分，它包括了31个分程序。根据类别，将这些程序分别纳入5个程序包和4个程序组。它们是：齿轮减速器、齿轮传动、离合器与制动器、弹簧、液体润滑滑动轴承等5个优化设计程序包；主轴系统、平面连杆机构、凸轮机构、其它零部件等4个程序组。所谓程序包，是指将若干个功能相近的分程序，经过加工、整理后所构成的一个可分可合的有机整体；而程序组则只是将若干个功能相近的分程序归并一起的一个集合体。后面这种形式的存在，主要是由于时间关系，还来不及对组内程序进行统一加工的缘故。

齿轮减速器优化设计程序包适用于2或3级同轴式圆柱齿轮减速器、1~3级展开式圆柱齿轮减速器、圆锥—圆柱齿轮减速器和行星传动减速器的优化设计。所设计的齿轮副，可以是经过各种热处理的硬、软齿。在优选齿轮啮合参数的同时，还能够对减速器的轴系部件进行校核性计算。程序包采用枚举法和先进的离散变量优化方法，使输出的设计结果，完全符合工程设计的标准或规范，不必进行数据的圆整处理。

齿轮传动优化设计程序包适用于渐开线圆柱齿轮传动、直齿圆锥齿轮传动、弧齿圆锥齿轮和零度圆锥齿轮传动以及圆弧双曲面齿轮传动的优化设计。此外，程序包还包括一个渐开线圆柱齿轮变位系数最优选程序。

离合器与制动器优化设计程序包，包括片式离合器及制动器和块式制动器两个优化设计程序。适用于单片、多片、干式、湿式车辆用离合器及制动器和锻压设备浮动块式制动器的设计。本程序包除能按常规内容进行静态设计外，还可进行动态设计。其中片式摩擦离合器优化设计程序采用了混合离散变量优化方法。

圆柱螺旋弹簧优化设计程序包，能对单个拉、压、扭簧和组合弹簧进行优化设计。程序包也采用了混合离散变量优化方法。

液体润滑滑动轴承优化设计程序包，包括液体静压滑动轴承和动压滑动轴承两部分。静压轴承部分，包括周向无回油槽油腔式、周向有回油槽油腔式、腔内孔式回油、以及沟槽节流式动静压等结构型式静压轴承优化设计程序。各种轴承均包括毛细管节流和小孔节流两种节流形式；动压轴承程序适用于圆柱轴承和椭圆轴承两类高速、径向滑动轴承的优化设计。

主轴系统优化设计组包括外圆磨床砂轮主轴系统优化设计程序和主轴系统动态性能优化设计程序。前者采用有限元模型，运用系统优化的分解-协调技术，进行多目标优化设计；后者把系统识别技术引入传递矩阵法，对联接单元、支承单元进行动态参数识别和优化设计。

平面连杆机构优化设计程序组，包括四杆机构、六杆机构和多杆机构等优化设计程序。能对多种类型的连杆机构进行优化设计。程序组内给出的识别机构，能自动生成给定机构的分析计算方案的程序块，具有一定的通用性。

凸轮机构优化设计程序组，由盘形凸轮机构、圆柱凸轮机构和高速分度蜗杆凸轮机构等三个优化设计程序组成。适用于各种类型从动件和各种从动件运动规律的凸轮机构优化设计。

其它零部件优化设计程序组，包括液压系统优化设计程序、中小型曲柄压力机曲轴优化设计程序和挤出机螺杆参数优化设计程序等内容。其中液压系统优化设计程序，适用于单回路、双回路、单工况、多工况的常用液压调速回路的优化设计。

程序库管理系统，是为用户方便地使用程序而编制的辅助性服务程序。其中微机管理系统是在MC68000上充分开发该机UNIX操作系统Shell功能的基础上研制的。使用管理系统的库命令，能方便地实现查询、显示、复制、剪裁、拚组、编译、运行、输入、输出等功能；在大中型机上，则利用其完善的操作系统，以实现库文件的安全保护、资源共享、查询、扩充、组合、节省内存等功能。用一条命令就可使程序库投入运行。上述管理系统，保证了微机库和大中型机库使用的方便性。

综上所述，本程序库是一个先进而又实用的机械产品优化设计应用软件系统。从总体上讲，它具有以下几方面的特点：

#### 1. 程序库的统一性和可组合性

统一性是指组成程序库中的所有分程序，在整体上体现统一的技术要求和技术风格（如程序的宏观结构、计算机语言、设计依据、输入和输出形式、考核准则以及技术文件的内容和体例等）。这种统一的技术要求和技术风格，是在分散条件下搞好协同攻关的必要前提。同时，又便于程序库的移植和推广。对确保程序库的质量起到了重要作用。

可组合性是指程序库中所有程序，均采用模块化结构。可以根据不同要求，将有关子程序组合成新的专用程序。因此，程序库能大能小。既能作为优化设计系统独立运行，又能将其整体或部分内容，视作一个子系统，纳入其它机械设计系统使用。同时，模块化结构也便于程序库的维护、更新、扩充和管理。

PLODM与它的姐妹库《常用优化方法程序库》有着密切的关系，两者存在着组合的可能性。该库主要内容已编成《常用优化方法程序库—原理及使用说明》书籍出版。

## 2. 程序库的实用性和科学性

所建立的程序库，以立足我国国情，结合生产实际、解决科研和现场设计问题为宗旨。库中大多数程序，是结合生产实际条件研制的，大多数经过生产现场的实例考核。有的优化结果，已得到生产单位的确认，并用于产品的更新换代中。考虑到现场设计问题的复杂性和多样性，库中许多程序设置了现场设计中可能遇到的多种目标和约束函数，供用户设计时选取，以构成不同的优化方案。应用程序中所用到的设计标准，都尽可能采用最新国家标准或部颁标准。在缺乏相应标准的情况下，则采用国际标准或国内流行的行业规范。上述措施，保证了程序库的实用性。

各应用程序在建立优化设计的数学模型、选用优化方法、编制分析与优化程序过程中，综合运用了国内外现代工程设计领域中比较成熟的理论、方法和已有成果。使程序库具有一定的科学性和先进性。例如：不少优化设计程序，把有限元分析技术与优化技术有机地结合起来；有些优化程序不仅能解决静态设计，而且初步解决了动态设计问题；程序库中多数程序是单目标求优的，但也有部分程序已经考虑了求解多目标优化设计问题；针对工程设计中不少参数必须采用离散、标准值的特点，不少程序采用了先进的混合离散变量优化方法，能输出符合相应标准和工程实际的优化结果。另外，在软件设计方面，也采用了多种技术措施，以提高精度，加速迭代，减少冗余，节省机时等等。

## 3. 程序库服务功能的多样化

程序库服务功能的多样化，主要表现在以下四个方面：

(1) 多层次的服务对象。程序库设计时考虑了我国工程人员的实际情况，兼顾了多层次的需要。对熟悉优化理论的用户，可以对程序进行必要的干预、修改或扩充；另外，对于只精通本门业务而不太熟悉优化设计理论和程序编制技巧的用户，则保证他们能在使用手册的指导下，顺利地使用有关程序，不必涉及程序的具体内容。

(2) 多种计算机环境。如前所述，本程序库已在M C68000、DPS 8/52、IBM 4341、IBM-PC/XT等机型上建库成功，并准备继续向其它型式计算机移植。兼顾大中小机型资源，是充分考虑到我国国情和计算机发展趋势后采取的一个重要技术决策。另外，本程序库分别在多种机型上装机成功，亦说明程序库具有良好的可移植性。实践还表明：在国外没有先例的情况下，开发较大规模的微机应用软件的做法，也是成功的，完全符合我国国情。

(3) 多方面的使用功能。本程序库在提供多种优化设计程序的同时，还提供了一大批具有相当实用价值的分析计算软件。例如：采用新国标的圆柱齿轮强度验算程序，包括轴的强度、刚度计算以及滚动轴承寿命和键联接强度计算等内容在内的轴系部件通用分析程序，基于数值求解雷诺方程的静压、动压滑动轴承分析程序，离合器和制动器的动态性能分析程序，主轴系统分析和识别程序，连杆机构的运动学和动力学分析程序等等，都可供设计时直接调用。因此，程序库既可用于新产品的开发设计，又可供对现有产品进行分析、验算。

(4) 多种形式的输入、输出。数据既可采用文件形式输入，也可以人机对话方式输入；既可直接采用程序中预置的各种隐含值，又可按实际条件输入相应数据。输出方式更是灵活多样，完全根据用户要求挑选。



## 四、程序库应用情况

尽管《常用机械零部件及机构优化设计程序库》刚刚建立不久，尚有待大力推广、应用，以便在实践中进一步考核、完善其功能，但是，截至目前为止，已经有不少程序用于生产或被生产单位确认其效益。例如利用齿轮减速器优化设计程序包，曾为上海冶金矿山机器厂、合肥电机厂、马鞍山传动机械厂、北京起重运输机械研究所、上海起重运输机械厂等单位提供了展开式和同轴式圆柱齿轮减速器、圆锥-圆柱齿轮减速器换代产品（系列产品）优化设计参数，设计结果完全达到了规定指标。经与国外同类名牌产品比较，设计参数和产品性能指标都十分接近。又如利用片式摩擦离合器优化设计程序包，对洛阳第一拖拉机厂生产的东方红-65型轮式拖拉机的主离合器进行改进设计，使离合器的多项性能指标得到提高，为生产单位提供了改进设计的依据。还有如：主轴系统优化设计程序，经上海机床厂磨床研究所、沈阳车床研究所、机械部精密机床修理总站等单位使用，收到了较好效果；四连杆机构优化设计程序，应用于合肥矿山机器厂WY80液压挖掘机转斗机构的优化设计中，较好的解决了在加大转斗转角范围后该机构的挖掘力在主要挖掘区明显下降的矛盾。此外，在程序库建成以后，有关单位曾多次举办推广学习班；国内不少研究所和工厂，曾先后来人、来函要求技术转让；一些计算机厂要求进行技术合作等等。今后，随着程序库的进一步推广，预期还会有更多的生产应用实例。

## 五、程序库的展望

任何一个大规模的软件系统，在研制成功后都要经过一个不断充实、不断更新、不断完善的过程。国外一些相当成熟的商品化程序，至今尚在继续更新版本。因此，对于仅花三年时间研制成功的程序库，在今后相当一段时间内，必然还有大量工作要做。例如：程序库的内容要进一步调整和扩充，功能要进一步加强和完善；程序库要以零件设计为主逐步向以部件和系统设计为主的方向过渡；从以静态设计为主向兼顾静态和动态设计方向发展；从以单目标优化为主，向兼顾单目标和多目标方向发展；从以机器性能设计指标为主向兼顾技术-经济指标方向发展；从以数学规划理论基础为主，向结合专家系统综合应用方向发展；从单学科为主，向多学科综合运用方向发展。此外，还要进一步提高软件水平等等。只有这样，才能更充分发挥优化技术在机械设计领域中的巨大潜力，以产生更显著的经济效益和社会效益。

在建库工作结束不到一年的时间内，我们主要做了以下几方面的工作，以进一步提高程序库的质量。

(1) 将程序库移植到IBM-PC/XT等机型上。

(2) 在主轴系统、液压系统和四连杆机构等优化设计程序中，增加了有关动态性能设计方面的内容。

(3) 将同轴式减速器、液压系统等优化设计程序，纳入相应的计算机辅助设计系统运行。

(4) 结合专家系统的研究，进行了方案设计阶段的优化设计研制工作。

(5) 考虑了进一步完善程序库的某些技术措施。