

非 标 准 设 备 设 计 手 册

第1册

兵器工业出版社

T-62
2007
11

非标准设备设计手册

第 1 册

张 展 主编

兵器工业出版社

(京)新登字 409 号

图书在版编目(CIP)数据

非标准设备设计手册 第一册/张展主编. —北京:兵器工业出版社, 1994. 5

ISBN 7-80038-632-5

I. 非… II 张… III. 机械-设备-设计-手册 IV.

TH122-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 04687 号

内 容 简 介

本手册是为了满足各工矿企业和设计部门设计非标准设备的需要而编写的。手册中介绍了与设计有关的最新国家标准、设计资料、设计规范和各种非标准设备的设计实例,具有设计水平先进、技术内容实用、公式数据可靠等特点。

本手册共分 3 册出版。第 1 册内容包括非标准设备设计概论、最新国家标准和设计规范、工程材料、联接件与紧固件、滚动轴承、滑动轴承、联轴器、制动器、润滑与设备、机械传动装置、起重机零部件等。第 2 册内容包括气动和液压传动、电气传动、电机电器、仪器仪表与传感器、自动化机构与工业机器人、数控与超精加工、计算机辅助设计与优化设计等。第 3 册内容包括非标准金属切削机床、铸造设备、锻压设备、焊接设备、热处理设备、厂内运输设备、化工泵和压力容器的设计及实例。

本手册可供从事非标准设备设计和技术改造、技术革新的广大工程技术人员使用,也可供大专院校有关专业师生参考。

非标准设备设计手册

第 1 册

张 展 主 编

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟 10 号)

各地新华书店经销

河北三河科教印刷厂印装

开本:787×1092 1/16 印张:108 3/4 字数:2699 千字

1993 年 9 月第 1 版 1994 年 5 月第 2 次印刷

印数:5001—8000 定价:115.00 元

ISBN 7-80038-632-5/T·18

《非标准设备设计手册》编辑委员会

主 编	张 展			
副主编	姚振甫	邱海东		
编 委	邓召义	张国贤	张国瑞	谢国栋
	赵松年	酆鸣阳	丁伯民	经士农
	朱天霞	郭本龙	袁庆丰	蔡锦达
	邓建国			

前 言

当前,国民经济各部门迫切需要质量好、效率高、消耗低、价格便宜的先进机电产品。而产品设计是决定产品性能、质量、水平和经济效益的重要环节。产品是否有竞争能力,很大程度上取决于产品的设计。

近年来,随着科学技术的发展,尤其是计算机技术的迅速发展,使设计领域发生了较大的变革,出现了崭新的局面。新原理、新方法、新技术与新结构的不断涌现,大大提高了设计水平和设计速度。

为了满足各工矿企业和设计单位设计非标准设备的迫切需要,我们编写了《非标准设备设计手册》,供设计人员在设计非标准设备时参考,使其起到备查和启迪的作用。手册中编入了与设计有关的最新国家标准、设计资料和设计规范,并介绍了各种非标准设备的设计实例。在编写时,我们力求突出实用性、先进性、科学性和可靠性,并采用了法定计量单位。

本手册由张展任主编,姚振甫、邱海东任副主编。参加编写的单位有上海工业大学、上海交通大学、上海机械学院、华东理工大学、河海大学机械学院、上海铝制品一厂等。各章的编写人员为:张展(第1~14、17~25、44、46和50章),张国瑞(第26、53章)、张国贤(第27~29章),张国贤、吴白羽(第30章),酆鸣阳(第32章),谢国栋(第33章),谢国栋、贺建华(第34章),谢国栋、林巧玲(第35章),谢国栋、高联辉(第36章),谢国栋、顾琴芳、陶洪祥(第37章),赵松年、邓建国(第15、16和42章),赵松年、郭本龙、陆宁、周亮、邓建国(第48章),邓召义(第31、38、45和47章),蔡锦达(第39章),郭本龙(第40、41章),袁庆丰(第43章),张展、邓召义(第49章),邓召义、倪晓霞(第51章),经士农、朱慧凤(第52章),朱天霞(第54章),丁伯民(第55章)。

本手册编写时引用了国内出版的有关手册、图册中的数据、资料和插图等,谨向有关作者表示衷心的感谢。由于编者水平所限,书中一定有不少缺点和不妥之处,热诚欢迎广大读者批评指正。

《非标准设备设计手册》编辑委员会

1993年5月

目 录

第1章 非标准设备设计概论

1 非标准设备设计的特点	1
2 非标准设备设计的基本要求	1
3 非标准设备设计的方法和步骤	2
3.1 非标准设备的设计方法	2
3.2 非标准设备的设计步骤	3

第2章 一般标准

1 常用一般标准	1
2 螺纹	9
2.1 普通螺纹	10
2.2 梯形螺纹	20
2.3 锯齿形螺纹	30
2.4 矩形螺纹	39
2.5 30°圆弧螺纹	39
2.6 英寸制螺纹	40
2.7 非螺纹密封的管螺纹	41
2.8 用螺纹密封的管螺纹	43
2.9 60°圆锥管螺纹	45
2.10 米制锥螺纹	47
3 螺纹零件结构要素	49
4 零件加工结构要素	66
5 轴端结构要素	81
6 各种硬度值对照	83

第3章 铸、锻、焊件的设计规范与技术要求

1 铸件的设计规范与技术要求	1
1.1 铸件设计规范	1
1.2 铸件通用技术要求	10
2 锻件通用技术要求	15
3 焊接件的设计规范与技术要求	18
3.1 焊缝符号表示法	18
3.2 气焊、手工电弧焊及气体保护焊 焊缝坡口的基本形式与尺寸	41

3.3 埋弧焊焊缝坡口的基本形式与 尺寸	50
3.4 焊接设计规范	57
3.5 焊接件通用技术要求	66
3.6 火焰切割通用技术要求	85
3.7 铸钢件补焊通用技术条件	87
3.8 管道与容器焊接防锈通用技术 要求	90

第4章 常用工程材料

1 黑色金属材料	1
1.1 一般用钢	1
1.2 铸钢	16
1.3 铸铁	23
1.4 钢板	27
1.5 型钢	59
1.6 钢管	78
1.7 钢丝	92
2 有色金属材料	94
2.1 铸造有色合金	94
2.2 有色金属加工制品	96
2.3 常用铜及铜合金板(带)	104
3 非金属材料	106
3.1 工程塑料	106
3.2 橡胶制品	107
3.3 热固性塑料层压及卷制品	112
4 其他材料	115

第5章 公差配合、形位公差与表面粗糙度

1 公差配合	1
1.1 公差配合标准	1
1.2 公差配合的选择	2
1.3 基本尺寸至 500mm 孔、轴的极限 偏差	5
1.4 基本尺寸大于 500mm 至 3150mm	

常用孔、轴的极限偏差	23
1.5 未注公差尺寸的极限偏差	25
2 形状和位置公差	27
2.1 形状公差	27
2.2 位置公差	27
3 表面粗糙度	53
3.1 表面粗糙度及其数值系列	53
3.2 表面粗糙度代号及其注法	55

第6章 紧固件与联接件

1 螺纹联接件	1
1.1 螺栓与螺柱	1
1.2 螺钉	25
1.3 螺母	49
1.4 螺纹联接件机械性能与材料	73
1.5 垫圈与挡圈	82
2 铆钉	110
3 销键联接件	120
3.1 销	120
3.2 键	128
3.3 花键	140
4 胀紧联接套(无键联接)	148
4.1 胀紧联接套的型式与基本尺寸	148
4.2 胀紧联接套的选用	152
4.3 胀紧套联接安装和拆卸的一般要求	153

第7章 滚动轴承

1 滚动轴承的分类与特性	1
1.1 滚动轴承的分类	1
1.2 常用滚动轴承的结构型式与特性	1
2 滚动轴承的类型与精度选择	12
2.1 滚动轴承的类型选择	12
2.2 滚动轴承的精度选择	12
3 额定寿命计算	12
3.1 基本额定寿命	12
3.2 当量动负荷	12
4 常用滚动轴承性能与参数	15
5 整体单、双偏心转臂轴承及柔性轴承	60
6 滚动体	63

第8章 滑动轴承

1 径向动压轴承和止推轴承的基本形式	1
2 常用滑动轴承材料	3
2.1 常用滑动轴承材料的许用值	3
2.2 滑动轴承材料的性能	6
3 滑动轴承的选择	7
4 向心关节轴承	8
5 润滑槽	10
6 粉末冶金轴承	12
7 滑动轴承设计规范	15

第9章 轴

1 概述	1
1.1 轴的种类和特点	1
1.2 轴的常用材料	1
2 轴的结构设计	3
2.1 轴上零件的固定	4
2.2 采用合理结构措施提高轴的疲劳强度	4
2.3 轴的加工和装配的工艺性	8
3 轴的强度计算	10
3.1 按转矩估算	10
3.2 弯扭组合计算	10
3.3 安全系数校核计算	11
3.4 轴静强度的安全系数校核	15
4 轴的刚度计算	20
4.1 轴的扭转变形计算	20
4.2 轴的弯曲变形计算	20
5 圆柱形与圆锥形轴伸	21

第10章 联轴器与离合器

1 联轴器	1
1.1 概述	1
1.1.1 机械式联轴器分类	1
1.1.2 联轴器的载荷分类及工作情况系数	3
1.2 联轴器的选择	6
1.3 联轴器的尺寸和性能参数	6
1.3.1 套筒联轴器	6

1.3.2	凸缘联轴器	7
1.3.3	滚子链联轴器	11
1.3.4	弹性套柱销联轴器	16
1.3.5	弹性柱销联轴器	23
1.3.6	弹性柱销齿式联轴器	34
1.3.7	轮胎式联轴器	55
1.3.8	梅花形弹性联轴器	61
1.3.9	弹性阻尼簧片联轴器	74
1.3.10	滑块联轴器	86
1.3.11	十字轴万向联轴器	87
1.3.12	齿式联轴器的选用及计算	93
1.3.13	齿式联轴器技术条件	96
1.3.14	CL 型齿式联轴器	100
1.3.15	CLZ 型齿式联轴器	103
1.3.16	GCIL 型鼓形齿式联轴器	107
1.3.17	G I CLZ 型鼓形齿式联轴器	110
1.3.18	G I CL 型鼓形齿式联轴器	113
1.3.19	G I CLZ 型鼓形齿式联轴器	119
1.3.20	NGCL 型带制动轮鼓形齿式联轴器	124
1.3.21	G I CLD 型鼓形齿式联轴器	127
1.3.22	NGCLZ 型带制动轮鼓形齿式联轴器	130
1.3.23	圆柱形轴孔和键槽型式及尺寸	133
1.3.24	圆锥形轴孔和键槽型式及尺寸	136
2	离合器	139
2.1	概述	139
2.2	牙嵌离合器	139
2.3	齿式离合器	145
2.4	圆盘摩擦片离合器	145
2.5	滚柱式超越离合器	155
2.6	楔块式超越离合器	158

第11章 制 动 器

1	概述	1
2	制动器的选择	1
2.1	制动器类型的选择	1
2.2	常用制动器的性能比较	1
2.3	制动器的设计与选用	1

3	常用制动器的性能和参数	2
---	-------------	---

第12章 操作件与小五金

1	常用操作件	1
2	操作件标记方法	34
3	操作件技术条件	34
4	小五金	36

第13章 润滑、润滑装置与密封

1	润滑	1
1.1	常用润滑油	1
1.2	润滑脂	9
1.3	工业齿轮润滑油选用方法	14
2	润滑方式与装置	21
2.1	常用润滑方式	21
2.2	润滑装置	23
3	密封	34
3.1	常用机械密封	34
3.2	O 形橡胶密封圈	39

第14章 弹 簧

1	螺旋弹簧	1
1.1	圆柱螺旋弹簧的型式、代号及参数系列	1
1.2	弹簧材料及许用应力	2
1.3	压缩、拉伸弹簧的设计	5
2	扭转弹簧	19
2.1	弹簧结构和载荷 变形图	19
2.2	设计计算	19
2.3	设计计算例题	20
2.4	扭转弹簧安装结构示例	21
2.5	圆柱螺旋弹簧技术要求	21
3	碟形弹簧	24
3.1	碟形弹簧的结构、特点和分类	24
3.2	碟形弹簧的设计计算	28
3.2.1	单片碟形弹簧的计算	28
3.3.2	组合碟形弹簧的计算	30
3.3	碟形弹簧的载荷分类、材料及许用应力	32

3.4 碟形弹簧的技术要求	32
3.5 计算例题	34

第 15 章 滚动功能部件

1 概述	1
2 滚珠丝杠副	1
2.1 概述	1
2.1.1 工作特点	1
2.1.2 螺纹滚道法向截面	1
2.1.3 滚珠循环方式	1
2.1.4 消除轴向间隙和调整预紧方法	2
2.1.5 材料与热处理	3
2.2 主要参数和型号标注方法	3
2.2.1 主要尺寸	3
2.2.2 精度等级	3
2.2.3 预紧力及效率	6
2.2.4 标注方法	7
2.3 承载能力及选择计算	10
2.3.1 承载能力	10
2.3.2 按额定动载荷的选择计算	10
2.3.3 按额定静载荷的选择计算	11
2.3.4 丝杠典型支承方式的选择	11
2.3.5 压杆稳定性计算	12
2.3.6 临界转速的核算	12
2.3.7 丝杠系统刚度和固有频率 计算	12
2.3.8 计算实例	12
3 滚动导轨	14
3.1 概述	14
3.2 结构型式	14
3.2.1 滚动导轨组合	14
3.2.2 直线滚动导轨副	14
3.2.3 滚动导轨块	17
3.2.4 滚动导套副	18

第 16 章 高分子材料运动装置

1 概述	1
2 塑料导轨	1
2.1 塑料导轨软带	1
2.1.1 摩擦特性	2

2.1.2 变形—载荷特性	3
2.1.3 磨损特性	3
2.1.4 p_v 特性	4
2.1.5 粘接工艺	4
2.1.6 导轨软带的结构形式	4
2.2 金属塑料复合导轨板	4
2.2.1 摩擦特性	5
2.2.2 磨损特性	6
2.2.3 复合板安装结构形式	6
2.2.4 导轨板的粘接工艺	6
3 塑料涂层	7
3.1 塑料涂层类别及其工作特性	7
3.1.1 环氧涂层	7
3.1.2 含氟涂层	8
3.2 塑料涂层的涂敷工艺	9
3.2.1 涂敷前的准备	9
3.2.2 涂敷施工过程	9

第 17 章 带 传 动

1 概述	1
2 V 带传动	1
2.1 尺寸规格	2
2.2 V 带传动的设计	3
2.2.1 主要失效形式	3
2.2.2 设计计算	3
2.3 带轮材质、表面粗糙度及平衡	20
2.3.1 带轮的材料及质量要求	20
2.3.2 带轮的平衡	20
2.3.3 带轮的结构	20
2.4 V 带传动设计中应注意的问题	27
2.5 设计实例	27
3 窄 V 带、联组窄 V 带(有效宽度制) 传动及其设计特点	28
3.1 尺寸规格	28
3.2 设计计算	30
3.3 带轮	35
4 同步带传动	36
4.1 尺寸规格	36
4.2 设计计算	37
4.2.1 同步带传动额定功率和传动 中心距的计算	37

4.2.2 同步带传动的设计计算	37
4.3 带轮	51
4.4 设计实例	51

第 18 章 链 传 动

1 概述	1
2 滚子链传动	1
2.1 滚子链传动的额定功率	1
2.2 滚子链传动的设计计算	4
2.3 滚子链的静强度计算	10
2.4 滚子链的使用寿命计算	10
2.5 滚子链的耐磨损工作能力计算	10
3 滚子链链轮	11
3.1 基本参数和主要尺寸	11
3.2 齿槽形状	13
3.3 轴向齿廓	16
3.4 链轮公差	16
3.5 链轮材料及热处理	18
3.6 链轮结构	18
4 滚子链传动设计计算示例	19

第 19 章 渐开线圆柱齿轮传动

1 渐开线圆柱齿轮基本齿廓及模数系列	1
1.1 渐开圆柱齿轮基本齿廓	1
1.2 国外圆柱齿轮常用基本齿廓及其参数	1
1.3 渐开线圆柱齿轮模数	2
1.4 基节表	4
2 圆柱齿轮传动的几何计算	9
2.1 外齿合标准圆柱齿轮传动	9
2.2 齿轮与齿条传动	11
2.3 交错轴斜齿轮传动(螺旋齿轮传动)	12
2.4 内啮合标准圆柱齿轮传动	14
2.5 外啮合变位齿轮传动及其几何计算	17
2.5.1 变位齿轮原理	17
2.5.2 变位齿轮的功用	17
2.5.3 变位齿轮传动的分类与比较	17

2.5.4 变位系数的选择	17
2.5.5 变位类型的选择	22
2.5.6 封闭图的具体应用	22
2.5.7 外啮合变位圆柱齿轮传动几何尺寸计算及举例	26
2.6 内啮合变位齿轮传动及其几何计算	31
2.6.1 内啮合传动的轮齿干涉	31
2.6.2 内齿轮加工时的顶切现象	33
2.6.3 内啮合圆柱齿轮变位系数的选择原则	34
2.6.4 用封闭图选择内啮合齿轮传动的变位系数	34
2.6.5 内啮合变位圆柱齿轮传动几何尺寸计算及举例	36
2.7 用图表法计算变位齿轮的几何参数	43
2.8 圆柱齿轮传动的质量指标	59
2.9 齿厚控制尺寸的计算	64
3 渐开线圆柱齿轮传动的设计计算	87
3.1 圆柱齿轮传动的作用力计算	87
3.2 主要参数的选择	88
3.3 主要尺寸的初步确定	88
3.4 齿面接触疲劳强度和齿根弯曲疲劳强度校核计算	89
3.4.1 计算公式	89
3.4.2 计算中的有关数据及各系数的确定	90
3.5 胶合承载能力校核计算	103
3.5.1 计算公式	103
3.5.2 计算中的有关数据及各系数的确定	104
3.6 开式齿轮传动的计算特点	108
3.7 齿轮的材料	109
4 渐开线圆柱齿轮与齿条的精度	117
4.1 渐开线圆柱齿轮精度	117
4.2 齿条精度	139
4.3 圆柱齿轮减速器齿轮副侧隙和齿厚偏差	150
4.4 机床圆柱齿轮精度	159
4.5 圆柱齿轮装置齿面粗糙度限值	169
5 圆柱齿轮的结构与工作图	170
5.1 圆柱齿轮的结构	170

5.2 齿轮孔与轴的轻热压配合(带键) … 175	4 圆柱蜗杆、蜗轮精度 …… 24
5.3 渐开线圆柱齿轮图样上应注明的 尺寸数据 …… 176	5 蜗杆、蜗轮结构及工作图 …… 52
	5.1 蜗杆、蜗轮的结构 …… 52
	5.2 圆柱蜗杆、蜗轮图样上应注明的尺 寸数据 …… 54

第 20 章 锥齿轮传动

1 概述 …… 1	
1.1 分类 …… 1	
1.2 直齿及斜齿锥齿轮基本齿廓 …… 1	
1.3 模数 …… 2	
1.4 锥齿轮的变位 …… 2	
1.4.1 切向变位 …… 2	
1.4.2 径向变位 …… 3	
2 锥齿轮传动的几何尺寸计算 …… 3	
2.1 直齿锥齿轮传动的几何尺寸计算 …… 3	
2.2 正交斜齿锥齿轮传动的几何尺 寸计算 …… 6	
2.3 弧齿锥齿轮传动的几何尺寸计算 …… 7	
2.4 零度锥齿轮传动的几何尺寸计算 …… 12	
3 锥齿轮传动的强度计算 …… 13	
3.1 轮齿受力分析 …… 13	
3.2 初步设计 …… 14	
3.3 齿面接触疲劳强度校核 …… 17	
3.4 齿根弯曲疲劳强度校核 …… 18	
4 锥齿轮和准双曲面齿轮精度 …… 19	
5 锥齿轮结构及其工作图 …… 54	
5.1 锥齿轮结构 …… 54	
5.2 锥齿轮图样上应注明的尺寸数据 …… 57	

第 21 章 蜗杆传动

1 概述 …… 1	
2 圆柱蜗杆传动的基本参数及其 几何计算 …… 2	
2.1 圆柱蜗杆基本齿廓 …… 2	
2.2 圆柱蜗杆模数和直径 …… 3	
2.3 蜗杆直径系数 q 与导程角 γ …… 6	
2.4 圆柱蜗杆传动基本参数 …… 6	
3 圆柱蜗杆传动的承载能力计算 …… 21	
3.1 轮齿受力计算 …… 21	
3.2 强度计算 …… 21	
3.3 传动效率及散热计算 …… 23	

第 22 章 行星齿轮传动

1 概述 …… 1	
2 行星齿轮传动的传动比 …… 4	
3 行星齿轮传动的效率 …… 5	
4 行星齿轮传动中齿数的选择 …… 8	
5 几何尺寸的计算 …… 17	
6 行星齿轮传动的强度计算 …… 18	
7 行星轮结构 …… 20	
8 技术要求 …… 20	

第 23 章 机械传动装置

1 概述 …… 1	
2 常用的基本标准 …… 4	
2.1 圆柱齿轮减速器基本参数 …… 4	
2.2 圆柱齿轮减速器通用技术条件 …… 6	
2.3 圆柱齿轮减速器加载试验方法 …… 12	
2.4 齿轮传动装置清洁度 …… 17	
2.5 圆柱齿轮减速器箱体形位公差 …… 19	
2.6 圆锥齿轮减速器箱体形位公差 …… 23	
2.7 减速器箱体的结构尺寸 …… 25	
3 常用的机械传动装置 …… 26	
3.1 硬齿面圆柱齿轮减速器 …… 26	
3.2 NGW 型行星齿轮减速器 …… 44	
3.3 双排直齿行星减速器 …… 73	
3.4 摆线针轮减速机 …… 101	
3.5 普通圆柱蜗杆减速器 …… 110	
3.6 圆弧圆柱蜗杆减速器 …… 115	
3.7 平面包络环面蜗杆减速器 …… 130	
3.8 谐波齿轮传动 …… 142	
4 减速器的附件 …… 148	

第 24 章 设计与人机工程学

1 根据人体尺度确定设备的合理尺寸 …… 1

2 根据人体的力参数合理设计操 纵装置	3	2.5.1 载荷计算	6
3 根据视觉特征合理设计显示装置	5	2.5.2 强度计算	6
4 创造适应人体要求的作业环境	7	2.5.3 吊钩计算	7
5 梯子与栏杆的设计	10	2.5.4 叉子(卡头)计算	12
5.1 梯子与栏杆	10	2.5.5 吊钩横梁与滑轮轴计算	14
5.2 固定式钢直梯	10	2.5.6 拉板计算	14
5.3 固定式钢斜梯	12	2.5.7 吊钩的形式与尺寸	15
5.4 钢梯子的设计规范	14	3 钢丝绳及绳具	24
第 25 章 切削加工、装配、涂装与运输 的技术要求		3.1 钢丝绳的特性与用途	24
1 切削加工件通用技术要求	1	3.2 钢丝绳的构造与分类	24
2 装配通用技术条件	7	3.3 钢丝绳的选用	28
3 产品检验通用技术要求	14	3.4 常用钢丝绳的主要性能	28
4 机床涂漆典型工艺	15	3.5 钢丝绳端部的固定及绳具	56
5 涂装通用技术条件	21	4 滑轮	59
6 包装通用技术条件	26	4.1 滑轮的结构与材料	59
7 防锈包装	29	4.2 滑轮尺寸	59
8 包装储运图示标志	46	5 卷筒装置	74
9 危险货物包装标志	49	5.1 卷筒装置的构造	74
10 集装箱外部尺寸和额定重量	55	5.2 卷筒尺寸	76
11 通用集装箱最小内部尺寸	57	5.3 卷筒的计算	84
第 26 章 起重机械零部件		5.4 钢丝绳在卷筒上的固定及其计算	85
1 概论	1	6 车轮与轨道	88
2 吊钩组	1	6.1 车轮组种类及其特点	88
2.1 吊钩型式及特点	1	6.2 车轮材料与车轮计算	88
2.2 吊钩的机械性能、起重量	2	6.3 起重机车轮的主要尺寸	89
2.3 吊钩组零件材料	3	6.4 车轮的踏面形状和尺寸与轨道的 匹配	93
2.4 吊钩的主要尺寸	6	6.5 车轮组尺寸	95
2.5 吊钩组的计算	6	6.6 轨道	95
		7 缓冲器	100
		7.1 缓冲器的种类及应用	100
		7.2 缓冲器的缓冲容量	100
		7.3 缓冲器的计算	100
		7.4 缓冲器的结构型式和基本参数	103

第1章 非标准设备设计概论

1 非标准设备设计的特点

随着工业的发展,需要各种类型的设备愈来愈多。在一般机械制造工厂中,有一部分设备是可以直接订购的标准设备,另一部分是买不到而需要专门设计和制造的设备。后一类设备通常称为非标准设备(有时简称为非标设备)。对于新建的工厂,非标准设备的设计和制造是一项相当繁重的工作,需要投入大量人力、物力,花费许多资金和技术力量。因此,这是关系到工程保质保量按时完成的一个重要方面。对于已建成的工厂,设备的改进和革新也是属非标准设备设计的内容。总之,非标准设备的设计和制造是一项必须经常进行的工作,它直接关系到工厂的生产效率和产品质量,直接影响企业的经济效益和社会效益。

非标准设备的名目繁多,从最简单的工装到复杂的成套设备和专用设备、专用机床。非标准设备与标准设备之间没有明确的界限,正如大小、高低一样,仅是相对而言。在一般工厂中,专用工、夹、模、刀具等设备的附属装置虽然一般规定为工艺装置的设计范围,但有时它与非标准设备设计的内容也难以区分。例如,某些专用的机动夹具及风动工具有时就被列入非标准设备设计的内容。随着生产和标准化工作的进展,某些非标准设备可逐步通过组织专业生产而转化为标准设备;有些本来是标准设备,但有时由于规格品种不全、不能满足某些工厂的特殊要求,因此必须进行专门设计,这时它又成了非标准设备设计的内容。上述情况就决定了非标准设备名目繁多,而且大多是单件或小批生产的特点。

由于非标准设备品种繁多,其工作条件又差别悬殊,所以在设计过程中,往往难以在理论上或具体结构上找到现成的参考资料,也难找到现成的实践经验来作借鉴。又由于条件所限,往往难以在设计前象标准设备设计那样,作一些必要的模拟试验。因此,非标准设备设计往往比标准设备设计所遇到的困难要多一些。这就需要设计者善于从类似的标准设备或非标准设备的设计、制造及使用过程中吸取有益的经验教训;善于独立思考,把有关理论知识

灵活地应用到非标准设备设计的实践中去,尽量采用现代的设计手段,利用计算机的优化设计,使其更加完善。同时,又要考虑到国情、厂情的实际情况,尽可能做到因地制宜、就地取材,以期缩短生产周期和降低制造成本,以使得得到更大的经济效益和社会效益。

2 非标准设备设计的基本要求

机械工业的一切技术经济活动最终都离不开技术经济效益的分析。在现代工业技术高度发展的情况下,同一技术问题可以用不同的方案来解决,不同方案有不同的技术经济效果,评价非标准设备技术经济效果的目的是择优选用技术先进、经济效果显著的最佳可行方案。

对非标准设备技术经济效果作出适当的评价,不仅是设计制造部门的事,也是使用部门的事。影响技术经济效果的因素很多,需要有一套科学、简明、实用的指标,把技术因素和经济因素相结合,当前效益和长远效益相结合,定量指标和定性指标相结合来进行综合评价。

为了获得一定的经济效益,对所设计的非标准设备,一般有如下几方面的基本要求:

(1)功能上满足使用要求。任何一种设备所能完成的加工零件类型、零件尺寸、毛坯形式和工序都是有一定范围的。如一台通用机床可以完成一定尺寸范围内的各种零件的多种工序加工,而专用机床只能完成一个或几个零件的特定工序。一般来说,工艺范围窄,则设备结构较简单,容易实现自动化,生产率也较高。但设备工艺范围过窄,会限制加工工艺和产品的革新;而盲目扩大设备工艺范围将使设备结构趋于复杂,不能充分发挥各部件的性能,甚至影响设备主要性能的提高,增加设备成本。

(2)非标准设备应保证被加工零件达到规定的尺寸精度、几何精度和表面粗糙度,并能在设备长期使用中保持这些精度和表面粗糙度。工件的精度和表面粗糙度是由设备、刀具、夹具、加工条件和操作者等方面的因素决定。就以机床来说,要保证被加工零件的精度和表面粗糙度,机床本身必须具备一

定的几何精度、运动精度、传动精度和动态精度。

一般情况下,设备的刚度越大则动态精度越高。设备的刚度包括构件本身刚度和构件之间的接触刚度。设备的构件本身刚度取决于构件本身的材料性质、构件的截面形状和大小、壁厚、筋板的布置、窗孔的影响等。设备的接触精度不仅与接触面的材料、几何尺寸、硬度有关,而且还与接触面的表面粗糙度、几何精度、加工方法、相对运动方向、接触面间的介质、预紧力等因素有关。

(3)生产率 and 自动化程度。生产率的要求根据生产纲领决定,常用单位时间内设备所能完成的工件数量来衡量。

为了提高设备的生产率 and 自动化程度,就要在保证工件加工质量的前提下,以最经济的方法,合理地利用设备,最大限度地缩短机动时间和辅助时间,提高自动化程度。

(4)噪声。物理学称不协调者为噪声。但通常从生理学观点,把人们不需要的声音,不论是什么样的声音,统称为噪声。

机床噪声的测量应按《金属切削机床噪声测量标准》的要求进行,一般机床允许噪声不大于 85dB(A),精密机床不大于 75dB(A)。

设备主要噪声源是齿轮、油泵、轴承和风扇等。噪声可直接从这些零件发出,还可通过其周围介质(结构)作二次声发射,故应从控制噪声的生成和隔音两方面着手降低噪声。前者应先找出设备最主要的噪声源,再采取降低噪声的措施。如传动系统的合理安排,轴承及齿轮结构的合理设计,提高主轴箱体和主轴系统的刚度,避免结构共振,选用合理的润滑方式和轴承结构形式等。后者则应根据噪声的吸收和隔离原理,考虑隔音措施,如将齿圈与辐板分离,通过分层面的摩擦阻尼消声,齿轮箱严格密封,选用吸振材料作箱体罩壳等。

设备出厂前均应作噪声测定。为此在设计和制造过程中必须设法降低噪声,以保证设备不超过规定标准。

(5)可靠性。可靠性就是设备在规定使用期间内,其功能的稳定程度和性质。也就是要求设备不轻易发生或尽可能少发生故障。因此可靠性对任何产品都是极其重要的指标。

(6)三化程度。非标准设备经过设计与制造,有可能转化为标准系列产品,因此提高三化程度尤为重要,使设备品种系列化、零部件通用化和零件标准

化。提高三化程度对发展设备的品种、规格、数量与质量均有好处。

(7)成本。非标准设备设计完成后,经过试制、生产、最终要交付用户使用,因此要用最低成本获得产品必要的功能,以提高使用价值。价值、功能、成本三者的关系为:价值=功能/成本。

由上可知,功能一定时使成本降低或成本一定时使功能提高,都会使价值变高。式中所说的功能,主要包括产品性能、产品使用方便性、外观(造型与色彩)、维护保养方便性、产品寿命等。这种评价不仅取决于技术方面,而且还加入了用户的爱好、经济能力和使用目的等因素,所以不是绝对的。要使生产的非标准设备保持在社会的高水平上,必须不断提高功能降低成本,这是毫无疑义的。

(8)造型与色彩。设备的造型与色彩是设备功能、结构、工艺、材料及外观形象的综合表现,是科学和艺术的结合。按照人机工程学的要求进行设备造型与色彩的设计是非标准设备设计中是相当重要的内容。

3 非标准设备设计的方法和步骤

3.1 非标准设备的设计方法

设计是人类改造自然的基本活动之一,设计是复杂的思维过程,设计过程蕴含着创新和发明的机会。设计的目的是将预定的目标,经过一系列规划与分析决策,产生一定的信息(文字、数据、图形),形成设计,并通过制造,使设计成为产品,造福于人类。

设计这一词有两种解释。其一是:发展的程序、细节、趋向以及达到某种特定新境界的过程。另一种解释是:指在一个过程中,将指定的任务转化为满足该任务要求的技术系统或过程的一种活动。

非标准设备设计和其他机器设计一样,也经历了由静态分析向动态分析,由定性分析向定量分析,由线性分析向非线性分析,由安全设计向优化设计,由手工计算向自动化计算的发展过程。

40年代以前,因受当时理论水平和试验手段的限制,主要用一些具有不同条件系数的经验公式进行计算,并辅以“类比法”来确定零部件结构和尺寸。这种方法虽然目前在某些非标准设备设计中仍不失其实用价值,但总的来说盲目性较大,往往导致设备尺寸增大,重量偏大,特别是为了保证某些动态性能,更会引起不应有的加大结构尺寸现象。

当前,设计领域正面临由传统设计向现代设计过渡。现代设计是过去设计活动的延伸和发展。是随着设计实践经验的积累,由个别到一般、由具体到抽象、由感性到理性,逐步归纳、演绎、丰富、发展起来的。由于电子计算机的发明,设计方法学和创造方法学的迅速发展,以及科学技术的进步,使人们在掌握事物的客观规律、掌握人的思维规律的同时,运用有关科学、技术原理进行复杂的,甚至在这以前认为不可能的计算。这就使机电产品的设计工作发生了质的变化。国际上,大约在本世纪60年代末期,在机电产品的设计领域中相继出现了一系列新兴学科,主要有设计方法学、优化设计、价值工程、计算机辅助设计(CAD)、可靠性设计、工业艺术造型设计、模块化设计、反求工程、有限元等;还有一系列的分支,如相似性设计、系统化设计、人机工程学、模态设计、动态设计、疲劳设计、三次设计等,其发展方兴未艾。其中不少技术日趋成熟,并已得到广泛的应用。

80年代前,我国对国际上设计领域的巨大变化了解甚少,为了强调对设计领域的革新,我们把国际上新崛起的新兴学科称为“现代设计”,而把我国过去常用的设计称为“传统设计。”

现代设计与传统设计相比,有许多不同之处,主要区别如下:

(1)现代设计是将传统设计中的经验、类比法设计提高到逻辑的、理性的、系统的新设计方法。这种设计方法有两种体系:一种是德国提倡的设计方法学,它以“功能—原理—结构”框架为模型,是从抽象到具体的思维方法,通过框架的横向变异及纵向组合,运用计算机构造设计目录,从而获得多种设计方案,再通过优化,选出最佳方案;另一种是美国提倡的创造性设计方法学,它是在知识、手段和方法不充分的条件下,运用创造技法充分发挥想象,进行辩证思维,形成新的构思或设计。

(2)现代设计是在静态分析的基础上,考虑载荷谱、负载率等随机参量,进行动态多变量的最优化。

(3)传统设计认为载荷和应力是集成的,只考虑设计中的安全系数。但是,往往在不少情况下,加大安全系数并不一定能提高产品的可靠性。现代设计从概率论和统计学方法出发,针对载荷和应力的离散性,运用简化、降额设计、冗余设计、热设计、漂移设计等方法进行可靠性设计。

(4)现代优化设计是在产品设计时,在各种限制条件下(诸如技术、性能、经济指标、制造工艺、使用

条件等),运用最优方法,通过计算机迭代计算,寻找最佳的设计参数值。而传统设计仅是通过设计—评定—再设计等一系列过程,从多种设计方案中选取其中较为满意的方案,虽然这也是一种优化过程,但这是凭借设计人员的知识、经验和判断力进行的,因此仅是“自然优化”。这种自然优化无论在设计的时间、优化的精度等方面与最优化设计方法均是无法相比的。

(5)现代设计是运用电子计算机及其语言,首先将设计产品建立数学模型,然后将变量初值输入计算机,即可自动进行计算机辅助设计(包括绘图)。与传统设计相比,大大地提高了设计的准确性、稳定性及其效率,并且修改设计十分方便。

(6)现代设计是从系统论的观点入手,从人的生理特点和心理特征两个方面考虑人(操作者)机(单机或系统)、环境三者之间的相互协调关系,并把舒适性放在首位。通过功能分析、功率分配、界面设计、系统综合等方法,使人机间的功能相互协调。

(7)现代设计运用系统的观点和定型化方法来研究设计过程,它的基本特征是重视系统的综合及对性能的定量描述,将设计要求和目的经过各阶段的设计,逐步将设计方案趋向最优化。这在传统设计中是难以实现的。

(8)现代设计强调产品内在质量的实用性和外观质量的美观性、时代性、艺术性,使产品造型具有一定的艺术感染力,对操作者有舒适的环境,满足操作者的审美要求。而传统设计往往强调产品的性能等物质功能,忽视精神功能,即使有所考虑,也是支离零星的、不完整的。

总之,视设计者的学识与水平,根据具体情况而定,尽可能地采用现代设计方法进行设计。

3.2 非标准设备的设计步骤

非标准设备的设计步骤在实践中虽有细节上差别,但归纳起来大体上可以分为调查研究、拟定方案、结构设计、零件图设计和试制鉴定五个阶段。

(1)调查研究。详细地掌握第一手资料,对于搞好非标准设备设计是十分重要的。查阅资料和文献,收集同类型产品的设计资料和使用情况等。

(2)拟定总体方案。在调研的基础上,根据设计要求拟定几种方案,广泛征求意见,从中选出最佳方案。此项工作可由计算机辅助设计来完成。

(3)结构设计与计算。主要根据拟定方案,绘制

部件图,并进行有关计算。

(4)零件图设计与编写技术文件。

(5)试制鉴定。

以上几个阶段有相对独立性,但又是密切联系的,每个阶段的具体内容可根据非标准设备的性质

和设计工作的具体情况有所不同,也可以根据设计工作的需要划分为较少或较多的阶段。有的采用三段式,即方案设计、技术设计、施工设计。以使设计周密地、全面地、有秩序地进行,确保非标准设备的设计质量和进度。

第2章 一般标准

1 常用一般标准

表 2-1 优先数和优先数系(GB321—80)

基 本 系 列					化整值	优先数的序号			计算值	基本系列与 计算值之 间的误差 (%)	对 数 尾 数	补充系列		派生系列 及复合系列
R5	R10	R20	R40	N			R80							
				从 0.1 至 1		从 1 至 10		从 10 至 100						
数 值	1.00	1.00	1.00		-40	0	40	1.0000	0	000	1.00	3.15	派生系列： 是在基本系 列中，依次隔 2、3、4、……或 几个项数选取 的优先数值导 出的。例如：在 R5 系列中，每 隔 1 项选取一 项可得 R5/2 系 列；在 R10 系 列中，每隔 3 项 选取一项可得 R10/4 系列；在 R20 系列中，每 隔 6 项选取一 项可得 R20/7 系列；在 R40 系 列中，每隔 5 项 选取一项，可得 R40/6 系列 复合系列： 是由几个不 同相对差的分 段组成的一个 系列。例如：复 合系列 R40/7 (0.4…2.2)， R40/6 (2.2… 25)，R40/5 (25 …80)，R10 (80 …100)。其中第 一段的相对差 为 50%；第二段 的相对差为 40%；第三段的 相对差为 32%； 第四段的相对 差为 25%	
			1.06	1.05	-39	1	41	1.0593	+0.07	025	1.03	3.25		
			1.12	1.12	1.1	-38	2	42	1.1220	-0.18	050	1.06		3.35
		1.25		1.18	1.2	-37	3	43	1.1885	-0.71	075	1.09		3.45
			1.25	(1.2)	-36	4	44	1.2589	-0.71	100	1.12	3.55		
			1.32	1.3	-35	5	45	1.3335	-1.01	125	1.15	3.65		
	1.60	1.40	1.40		-34	6	46	1.4125	-0.88	150	1.18	3.75		
			1.50		-33	7	47	1.4962	+0.25	175	1.22	3.87		
			1.60	(1.5)*	-32	8	48	1.5849	+0.95	200	1.25	4.00		
			1.70		-31	9	49	1.6788	+1.26	225	1.28	4.12		
		1.80	1.80	-30	10	50	1.7783	+1.22	250	1.32	4.25			
			1.90		-29	11	51	1.8836	+0.87	275	1.36	4.37		
	2.50	2.00	2.00		-28	12	52	1.9953	+0.24	300	1.40	4.50		
			2.12	2.1	-27	13	53	2.1135	+0.31	325	1.45	4.62		
			2.24	2.2	-26	14	54	2.2387	+0.06	350	1.50	4.75		
			2.36	2.4	-25	15	55	2.3714	-0.48	375	1.55	4.87		
		2.80	2.80	-24	16	56	2.5119	-0.47	400	1.60	5.00			
			2.65	2.6	-23	17	57	2.6607	-0.40	425	1.65	5.15		
	4.00	3.15		2.80	-22	18	58	2.8184	-0.65	450	1.70	5.30		
				3.00	-21	19	59	2.9854	+0.49	475	1.75	5.45		
			3.15	(3), 3.2	-20	20	60	3.1623	-0.39	500	1.80	5.60		
			3.35	3.4	-19	21	61	3.3497	+0.01	525	1.85	5.80		
		3.55	(3.5), 3.6	-18	22	62	3.5481	+0.05	550	1.90	6.00			
			3.75	3.8	-17	23	63	3.7584	-0.22	575	1.95	6.15		
	6.30	4.50	4.00		-16	24	64	3.9811	+0.47	600	2.00	6.30		
			4.25	4.2	-15	25	65	4.2170	+0.78	625	2.06	6.50		
			4.50		-14	26	66	4.4668	+0.74	650	2.12	6.70		
			4.75	4.8	-13	27	67	4.7315	+0.39	675	2.18	6.90		
		5.00	5.00	-12	28	68	5.0119	-0.24	700	2.24	7.10			
			5.30		-11	29	69	5.3088	-0.17	725	2.30	7.30		
	10.00	5.60	5.60	(5.5)	-10	30	70	5.6234	-0.42	750	2.36	7.50		
			6.00		-9	31	71	5.9566	+0.73	775	2.43	7.75		
			6.30	(6.0)	-8	32	72	6.3096	-0.15	800	2.50	8.00		
			6.70		-7	33	73	6.6834	+0.25	825	2.58	8.25		
		7.10	(7.0)	-6	34	74	7.0795	+0.29	850	2.65	8.50			
			7.50		-5	35	75	7.4989	+0.01	875	2.72	8.75		
公 比	$\sqrt[5]{10}$	$\sqrt[10]{10}$	$\sqrt[20]{10}$	$\sqrt[40]{10}$	0	40	80	10.000	0	000	$\sqrt[80]{10}$	≈ 1.03		

主要特性 1. 基本系列中任意两项之积和商，任意一项这整数乘方或开方，都为优先数，基运算应通过序号 N 去实现
2. 大于 10 或小于 1 的优先数均可用 10、100、1000…或用 0.1、0.01…乘以基本系列或补充系列优先数求得

注：1. 序号 N 的运用

(1) 求优先数之积

当求优先数 $M_1 M_2$ 之积时，只需将这两个优先数相应的序号相加，求得新序号，与之对应的优先数为所求之值。