

非标准设备设计手册

FEIBIAOZHUN

SHEBEI

SHEJISHOUCE

第一册

国防工业出版社

非标准设备设计手册

第 一 册

岑军健 赵菊初 张秉政 等 编
周玉璜 张妙杭

国防工业出版社

内 容 简 介

本手册共分第一、二、三、四册出版。

第一册内容包括非标准设备设计概论,一般设计计算资料,常用零件等;第二册包括各种机械传动,各种轴承,导轨设计,润滑与润滑器等;第三册包括液压传动及其元件,气动及其元件,液体静压轴承与静压导轨,密封,电气器件等;第四册包括简易数控机床,机械手,送料机构,常用槽罐及其加热与冷却,泵与风机,仪表等。

手册中的标准资料,是以国标、部标为依据。有部分标准截至手册出版前,尚为草案、报批稿,待正式批准后,以正式标准为准。

本手册可供从事非标准设备设计和技术改造的广大工人、技术人员及干部使用和参考。

2236/36

非 标 准 设 备 设 计 手 册

第 一 册

岑军健 赵菊初 张秉政 等 编

周玉璜 张妙杭

责任编辑 李永亨

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张 38¹/₂ 插页 2 901 千字

1980年8月第一版 1984年3月第二次印刷 印数: 21,001—49,000册

统一书号: 15034·1884 定价: 5.45元

前 言

在机械制造业中，无论是筹建新厂或对老厂进行技术改造，非标准设备的设计与制造都是一项必不可少的工作。而且这项工作直接关系到建厂的速度，以及工厂的生产效率和产品质量。非标准设备的范围很广，品种繁多，设计中所牵涉的知识和资料比较广泛。为了解决这方面资料的零乱、分散和不足的问题，我们搜集、整理了机械制造工厂中，非标准设备设计的常用资料，并总结了制造非标准设备和技术改造中的实践经验，编写成这套《非标准设备设计手册》。

为了使手册更好地为广大工人、技术人员和干部服务，在选材和编写中，力求通俗易懂，使用方便，解决实际问题，尽量减少理论性的论述和公式的推算，多采用可直接用于设计的结论、表格、经验数据和简化计算等；同时收集了常用的标准产品和元件（如泵、阀、轴承、电气器件、电机和仪表等）；手册中还编入了“滚珠丝杠传动”、“液体静压轴承和静压导轨”、“机械手”、“简易数控机床”等章，以利于新技术的应用和推广。

参加本手册编写工作的有山西柴油机厂的部分技术人员和该厂工人大学非标准专业全体师生，以及五机部第六设计院有关人员。各章编者名单附于章末。在搜集资料、编写和审定书稿的整个过程中，得到了渭阳柴油机厂、内蒙一机厂、江麓机械厂、吉林柴油机厂、541、542工程指挥部、一机部机电研究所、广州机床研究所、内江机床电器研究所、一机部情报所、铁岭橡胶研究所、上海机电设计院、华东工程学院、吉林工业大学、天津大学等一百多个工厂、科研设计单位及高等院校的大力支援和协助，在此表示衷心感谢！

由于我们政治思想和技术业务水平所限，手册中可能存在不少缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者

一九七八年四月

目 录

第一章 非标准设备设计概论

一、非标准设备设计的特点	1
二、对非标设备设计的一般要求	1
三、非标设备设计的步骤	2
四、原始设计参数的确定	3
五、非标设备设计方案的拟定	6
1. 确定设备的工作原理	6
2. 拟定设备的结构方案	8
六、非标设备零件的合理设计	12
1. 合理确定零件的结构形状和尺寸	12
2. 合理选择材料及毛坯种类	14
3. 合理确定加工精度、配合种类及表面光洁度	15
4. 合理选择热处理及表面处理方法	16

第二章 一般数据资料

一、常用字母和标准代号	17
1. 汉语拼音字母	17
2. 希腊字母	17
3. 英文字母	18
4. 俄文字母	18
5. 罗马数字	18
6. 国内部分标准代号	19
7. 国外部分标准代号	19
二、材料的物理性能及其它数据	19
1. 常用材料比重	19
2. 气体的密度	21
3. 液体的密度	22
4. 金属材料的熔点及比热	22
5. 膨胀系数	23
6. 导热系数	25
7. 材料弹性模量及泊松比	26
8. 材料的电阻率和电阻系数	27
9. 摩擦系数	28
10. 机械传动效率的概略数值	31

11. 各种硬度值对照	32
12. 材料熔点和沸点	33
13. 在寒冷地区作业的机器零件制造用钢	34
三、环境物理数据	34
1. 大气压力、温度与海拔高度关系	34
2. 我国某些地区的海拔高度	35
3. 水的物理化学常数	36
4. 空气	36
5. 某些气体	37
6. 热带电工产品使用环境条件	38
四、常用单位及换算关系	39
1. 常用计量单位及换算关系	39
2. 长度单位换算	42
3. 重量单位换算	43
4. 容积单位换算	43
5. 压力单位换算	43
6. 力的单位换算	44
7. 功、能及热量单位换算	44
8. 功率单位换算	44
9. 公斤/厘米 ² 和磅/英寸 ² 对照	45
五、机械制图标准 GB126-74 摘要	46
1. 图样幅面和比例	46
2. 图线及其画法	47
3. 剖面符号	48
4. 各种螺纹表示符号及尺寸注法	49
六、机械加工一般规范	51
1. 标准锥度	51
2. 莫氏锥度	51
3. 锥度和角度公差	52
4. 自由角度和自由锥度公差	52
5. 滚花	53
6. 插齿空刀槽	53
7. 弧形槽端部半径	54
8. 刻度	54
9. 中心孔	55
七、零件结构要素	56
1. 螺纹收尾、螺纹退刀槽、倒角尺寸	56

2. 双头螺栓或螺钉正常拧入深度比 H/d	62
3. 粗牙螺栓、螺钉拧入深度	62
4. 螺栓与连接螺孔尺寸	63
5. 螺栓凸台及座孔	63
6. 连接零件沉头座及通孔尺寸、螺栓 孔的凸缘和螺栓配置	65
7. 地脚螺栓的凸台和孔径	68
8. 搬子空间	68
八、铸件结构要素	70
1. 最小壁厚	70
2. 外壁、内壁与筋的厚度	70
3. 铸造内圆角及过渡尺寸	71
4. 铸造外圆角	72
5. 壁的连接	72
九、焊铆规范	75
1. 金属的可焊性	75
2. 几种主要焊接方法的特性和应用	77
3. 一般焊条选择的基本要点	78
4. 常用焊缝结构与标注方法	79
5. 塑料焊接	87
6. 有机粘合剂的应用	89
7. 板材、管材最小弯曲半径	90
8. 型材、管材最小弯曲半径计算公式	92
9. 铆钉、钻孔、沉头座及长度计算	96
十、通用技术条件	98
1. 各种通用技术条件的标准代号	98
2. 特殊规定的技术条件	98
3. 零件的静平衡和动平衡	100
4. 几种常用包装储运标志	102

第三章 设计计算资料

一、常用数学资料

1. 数学符号	103
2. 常用数学表	103
3. 数学公式	132

二、工程力学计算资料

1. 运动学公式	153
2. 截面的几何特性和力学特性	157
3. 立体图形计算公式	166
4. 大曲率杆的应力	170
5. 压杆稳定计算	173
6. 受静载荷梁的反力、剪力、弯矩、	

挠度和转角	176
-------------	-----

7. 受冲击载荷梁的计算公式	187
8. 等截面直杆扭转时惯性矩与应力计算	187
9. 平板弯曲计算	191
10. 接触强度	196
11. 厚壁圆筒	198
12. 高速旋转圆盘计算	201
13. 强度理论	202

三、工程热力学主要计算

1. 热力学有关定律	203
2. 常用热力过程计算	205
3. 主要热力循环热效率	207

四、传热学的基本计算

1. 对流换热	208
2. 导热 (稳定导热)	209

第四章 材料、热处理及表面处理

一、黑色金属

1. 钢铁材料的编号	211
2. 铸铁	212
3. 铸钢	213
4. 碳素钢	215
5. 合金结构钢	216
6. 型钢	220
7. 钢板	230
8. 钢带	238
9. 钢管	239
10. 钢轨	244
11. 金属丝编织方孔网	245

二、有色金属

1. 常用的有色金属及物理机械性能	247
2. 有色金属及合金的编号方法	247
3. 铜及铜合金	248
4. 铝及铝合金	251
5. 工业铅和锡	253
6. 有色金属棒材	254
7. 有色金属板、条及带	258
8. 有色金属管	264

三、非金属材料

1. 橡胶及其制品	271
2. 塑料	276
3. 玻璃	283

4. 木材	285
5. 石棉及其制品	288
6. 涂料	294
7. 胶粘剂	296
8. 耐火材料	297
9. 保温材料	298
10. 纸制品	300
11. 工业用平面毛毡 (FJ314-66)	300
12. 皮革	301
13. 石墨	301
14. 陶瓷	302

四、热处理	303
1. 钢铁材料热处理的基本形式	303
2. 有色金属热处理的基本形式	304
3. 非标设备设计中较常采用的最后热处理方法	305
4. 热处理技术条件的标注	307
5. 常用钢材的疲劳强度	307
6. 钢的淬硬性及淬透性	308

五、表面处理	309
1. 电镀	309
2. 氧化和磷化	311

六、油漆	312
------	-----

第五章 公差配合及表面光洁度

一、公差配合及选择	313
1. 公差配合的分布	313
2. 1~500 毫米基孔制和基轴制公差表	313
3. 500~10000 毫米基孔制和基轴制公差表	320
4. 基制的选择及精度等级的选择	325
5. 各种配合的选择原则	326
6. 混合配合的用途及选择	330
7. 自由尺寸公差	331
8. 过盈配合(压配合)计算	331

二、表面形状和位置公差(简称形位公差)(摘自 GB1183-75及GB 1182-74、GB1184-75)	334
--	-----

1. 表面形状公差的术语及定义	334
2. 位置公差的术语及定义	336
3. 形位公差代号在图样上的标注方法	339
4. 表面形状和位置公差公差值	

(摘自GB1184-75)	342
---------------	-----

三、孔间距偏差	348
1. 孔间距偏差的计算公式	348
2. 按直线排列孔的连接型式及特性	349
3. 按直线排列孔间距允许偏差	350
4. 按直线排列特别精确的孔间距允许偏差	351
5. 按圆周分布的螺栓及螺钉连接(大于两个)的孔间距允许偏差	352
6. 按圆周分布的用两个螺栓连接的孔间距允许偏差	354

四、表面光洁度	355
1. 表面光洁度分级	355
2. 与配合精度相适应的最低表面光洁度	356
3. 表面光洁度选择的一般概念	357
4. 零件表面光洁度的选择	357
5. 各种加工方法所能达到的表面光洁度	358

第六章 联接与紧固

一、螺纹	362
1. 螺纹的种类、特点及应用	362
2. 螺纹的基本尺寸	363
3. 螺纹公差	375

二、螺纹联接件与挡圈	383
1. 螺纹紧固件联接的基本类型及其应用	383
2. 螺纹紧固件的强度级别、材料和许用应力、许用载荷	383
3. 螺纹联接的标准元件	388
4. 挡圈	427

三、销联接	432
1. 销的类型、特点和应用	432
2. 销的选择和联接的强度计算	434
3. 销联接的标准元件	435

四、键联接	439
1. 键的类型、特点和应用	439
2. 键的选择和联接的强度计算	441
3. 键联接的标准	444

五、铆钉联接	461
1. 铆缝的形式	461

2. 铆钉的距离	462
3. 钢结构铆缝的设计	462
4. 铆钉孔径及长度的选择	464
5. 铆钉的形式	465

第七章 常用零件

一、操作件	472
1. 手柄	472
2. 手轮	493
3. 把手	503
4. 嵌套	508
二、小五金	510
1. 门拉手 (沪Q/SG21-3-64)	510
2. 扣吊	511
3. 铁插销 (沪Q/JB152-62)	512
4. 铝质活络脚	513
5. 铁质活络脚	514
6. 呆铁车脚	514
7. 铁芯橡胶轮	515
8. 脚轮用橡胶轮	516
9. 插头式脚轮 (WS2-159-65)	516
10. 平板式脚轮 (WS2-160-65)	517
11. 活动铰链 (Q72-3)	518
12. 嵌入铰链 (Q72-4)	521
13. 铰链用支钉	524
14. 门钮 (Q73-2)	525
15. 带门钮的锁 (D73-1) 及门钮轴	525
16. 电器箱的锁 (D73-42)	527
17. 电器箱带门钮的锁 (D73-5)	533
三、起重件	535
1. 钢丝绳	535
2. 开式索具螺旋扣 (沪Q/JB43-66)	538
3. 索具套环 (沪Q/JB45-66)	543
4. 钢丝绳用绳夹 (上海华丰钢铁厂)	544
5. 钢丝绳用滑轮槽	545
6. 钢丝绳端的固定	545
7. 钢丝绳卷筒压板	548
8. 钢丝绳滚筒槽尺寸	549
9. 单吊钩	550
10. 起重桩 (类似 Q45-1)	552
11. 棘轮齿形	553
四、其它件	554
1. 定位用销套 (Q43-4)	554

2. 分度盘 (类似 Q67-4)	555
3. 标牌	560
4. 标牌用钉 (GB827-67)	562
5. 圆偏心轮	562
6. 叉形偏心轮	563
7. 顶头	564
8. 压块	565
9. 辊道	566
10. 滑轨	568
11. 电动机支座	569

第八章 弹 簧

一、螺旋弹簧材料的选择	573
二、螺旋弹簧材料许用应力的确定	576
三、圆柱螺旋弹簧的设计	578
1. 计算方法及步骤	578
2. 计算示例	583
3. 用查表法设计弹簧	584
4. 压缩弹簧的端部型式、有关尺寸及习惯画法	586
5. 组合弹簧设计	587
6. 弹簧工作图及技术要求	588
四、圆柱螺旋拉伸弹簧的设计	588
1. 拉伸弹簧钩环结构型式	588
2. 初拉力 P_0 的确定	589
3. 工作圈数与钩环位置的关系	589
4. 圆柱螺旋拉伸弹簧的设计计算	590
5. 工作图及技术要求	591
五、圆柱螺旋扭转弹簧的设计	592
1. 扭转弹簧的结构	592
2. 扭簧工作圈数与伸臂相对方位的关系	592
3. 扭转弹簧的设计计算	593
4. 扭转弹簧工作图及技术要求	595
六、圆柱螺旋弹簧制造精度及其制造偏差对工作性能的影响	596
1. 制造精度和允许偏差	596
2. 压缩及拉伸弹簧制造偏差对工作性能的影响	598
3. 螺旋扭转弹簧的制造偏差对工作性能的影响	599
七、碟形弹簧设计	599
1. 碟形弹簧的特点、分类及用途	599

2. 碟形弹簧的制造.....	599	7. 支承面宽度 b 与弹簧外径 D 的关系.....	604
3. 弹簧材料及许用应力.....	600	8. 碟形弹簧的尺寸允许偏差.....	604
4. 碟形弹簧的组合型式及特性.....	600	八、发条弹簧设计	605
5. 不变刚度碟形弹簧的设计计算.....	602	1. 弹簧材料.....	605
6. 零刚度碟形弹簧的设计计算.....	603	2. 发条弹簧的设计计算.....	607

第一章 非标准设备设计概论

一、非标准设备设计的特点

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，另一部分则是买不到而需要专门设计和制造的设备。后一类设备通常称做非标准设备（以下简称非标设备）。对于新建的工厂，非标设备的设计和制造是一项相当繁重的工作，它需要花费许多资金和技术力量。因此，它又是关系到能否多快好省地建厂的一个重要方面。对于已建成的工厂，设备的改进和革新也可算作非标设备设计的内容。总之，非标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。

非标设备的内容十分广泛，从最简单的台架和槽子到复杂的专用试验设备及某些专用的精密加工机床。非标设备与标准设备之间没有明确的界限。在工厂中，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设备设计的内容。随着生产和标准化工作的进展，某些非标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，因而必须进行专门设计，这时它又成了非标设备设计的内容。上述情况就决定了非标设备种类繁多，而且大都是单件或小批生产的特点。

由于非标设备品种繁多，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，往往难以在设计前像标准设备设计那样，作一些必要的模拟试验。因此，非标设备设计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群众中，从类似的标准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设备设计实践中去。此外，由于非标设备大都是单件或小批生产，在制造过程中不宜或难以配制齐全专用的工、夹、量、模具；原材料也往往不能像制造标准设备那样，能得到充分地有计划地供应。这又要求设计者做好调查研究，了解制造及原材料的供应情况，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。

二、对非标设备设计的一般要求

为了多快好省地发展社会主义生产，非标设备设计者应力求使所设计的设备符合下列要求：

1. 工作质量好、效率高；
2. 便于使用、维护和修理；
3. 容易制造、加工成本低；

4. 结构简单、工作可靠、寿命长；
5. 减轻体力劳动，操作安全，对环境不产生污染及不利影响；
6. 总体布置匀称紧凑，外形美观。

以上各种要求是相互联系和互相制约的。例如，为了提高生产效率，或为了延长工作寿命和增加工作可靠性，结构就可能复杂一些；为了操作安全和对环境不产生污染，有时需设置防护罩及某些附属装置；有时需要提高对材料和加工精度的要求，这就要引起制造成本的提高；总体布置过于紧凑又会引起装卸和维修的困难等。设计者应善于根据具体条件进行分析，并找出主要矛盾。在着重解决主要矛盾的前提下，尽可能满足其它各方面的要求。

非标设备设计者除了使设备满足产量和质量的要求外，还应尽可能减轻劳动强度，为劳动者创造良好的劳动条件。有些非标设备虽然能满足产量和质量的要求，但由于未能改善劳动条件而不受欢迎，致使设备废置不用或另行设计制造。如某厂曾设计了一种专用手动千斤顶，工作性能虽达到要求，但由于重量太大，不便搬动，所以使用不久便被淘汰了。又如某厂设计的专用清洗机，由于护罩设计笨重，不便开关，并且装卸被清洗零件困难，因此只得重新设计和制造。

此外，在不过多增加制造成本的前提下，应适当注意从结构及总体布置方面使设备具有匀称美观的外形。必要时可增设装饰性壳罩或采用装饰性镀层。但过分追求外观或过多增加装饰性零件是不适宜的。

三、非标设备设计的步骤

非标设备设计并没有严格的一成不变的设计步骤。根据非标设备设计的实践经验，其设计过程一般可归纳为以下几个阶段：

1. 确定设计项目，拟定设计技术任务书，这一工作通常由使用单位来完成；
2. 确定基本参数，如确定转速、压力、传动功率及切削用量等；
3. 对有参考价值的设备的使用情况及优缺点进行调研，特别要与有实践经验的操作人员讨论分析，并收集有关参考资料；
4. 确定设备的工作原理及绘制设备的工作原理图；
5. 拟定初步结构方案草图；
6. 选择材料及计算某些受力零件的主要尺寸；
7. 按比例绘制主要部件总图，然后绘制初步结构装配总图；
8. 征求使用及制造单位有关人员的意见；
9. 吸取群众的正确意见，对初步结构装配总图进行修改；
10. 根据结构装配总图，设计并绘制零件施工图；
11. 从结构、尺寸、加工和装配工艺性、材料、热处理、公差及光洁度等各个方面，对设计图进行审核、校对并修改；
12. 标准化审查；
13. 描图、晒图及投入制造。

以上的设计步骤，可以在设计过程中根据具体情况加以变动；有时也可将几个步骤结

合在一起进行；有时也可以省略或增加某些步骤。

应该指出，设计者在接到设计任务时，首先应通过各种途径去了解采用标准设备的可能性；应尽可能采用标准设备或购买标准设备来进行必要的改装。这样不仅节省许多工作量，而且一般可以提高质量和降低成本。只有在无法采用标准设备时，才宜自行设计。

四、原始设计参数的确定

在非标设备设计前，需要预先确定的参数通常有：设备生产率、传动功率、主轴转速、往复运动速度、工作行程、切削用量、工作介质的流量、压力及温度等等。这些参数是非标设备设计的重要依据。它的大小变化往往会引起结构甚至整个设计方案的改变。由于原始参数确定不当，而引起设备大返工甚至报废的情况是不少见的。因此，对原始参数的确定必须十分慎重。

在许多情况下，原始参数是由使用单位提供的。使用单位对设备的使用条件比较熟悉，通常能提出比较切合实际的原始参数。但使用单位也有可能只片面强调实际需要，而较少考虑技术上的合理性和可能性，提出一些不合理的或暂时难以实现的参数和设计要求。这时设计者应多做调查研究，与使用单位共同商定。

有时使用单位只提出使用要求，而原始参数则由设计者根据这些要求来确定。

确定原始参数通常有三种方法，即试验法、类比推算法及分析计算法。用试验方法确定原始参数虽然比较准确可靠，但往往要花费很多时间和费用，有时和制造整台非标设备的工作量不相上下。故在非标设备设计中，一般不宜采用。根据类似设备的有关参数来推算原始参数比较简单，但有时很难找到类似的设备来作借鉴。因此常迫使设计者用分析计算方法来确定某些原始参数。

在各种原始参数中，传动功率是最常遇到而又比较难以确定的参数。由于非标设备对外做功的形式是各式各样的，往往不能直接套用标准设备计算功率的现成公式，因而常使设计者感到为难和无从下手。所以下面仅着重介绍传动功率的确定。

根据能量守恒原理，某一机构在单位时间内所输出的能量加上因摩擦或其它原因而损耗的能量，应等于该机构所输入的能量。也就是说，输出功率加上损耗功率（常用效率来考虑）应等于机构所需的传动功率。如果再考虑工作条件不稳定（如电源电压波动、摩擦系数及载荷的变化等）和计算不准确的影响而引入一个安全系数，则传动功率可用下式表示：

$$N = \frac{nN'}{\eta} \text{ (千瓦)} \quad (1-4-1)$$

式中 N ——传动功率（千瓦）；

N' ——计算输出功率（千瓦）；

n ——安全系数；

η ——传动效率。

建议安全系数在 1.2~1.8 范围内选取。当载荷及传动效率比较稳定而计算又较准确时，可取较小值；反之应取较大值。效率 η 是各个传动环节效率的乘积。各种传动效率见第二章第二节。

上述的传动效率一般是指设备各传动环节的总效率。但有些非标设备常用于带动一个产品部件或机构进行模拟或调整试验,这时 N' 若理解为被试部件的输出功率,则传动效率 η 应把被试部件的效率考虑进去。

机构对工件或服务对象的做功形式是各式各样的。其输出功有的变为工件的位能,有的变为工件的变形能、摩擦功或动能等。往往是以一种能量转变形式为主,并伴随着其它能量转变过程。对于长期恒定负载,计算的输出功率可用下式求出:

$$N = \frac{FS}{102t} = \frac{Fv}{102} \quad (\text{千瓦}) \quad (1-4-2)$$

式中 F —— 机构对工件的作用力 (公斤);

S —— 工件受力处沿作用力方向移动的距离 (米);

t —— 工件受力处移动 S 距离所需的时间 (秒);

v —— 工件受力处运动速度 (米/秒);

上式不仅适用于直线运动,也适用于旋转运动。对于旋转运动, F 则为圆周力, v 和 S 则分别为机构受力处的圆周速度及圆周位移。对于切削加工设备, F 为切削力,可按金属切削原理的有关公式计算。 F 若为摩擦力,则等于正压力与摩擦系数的乘积。当输出功转变为位能、动能或压力能的情况下,上式有时不便直接应用。当输出功转变为位能 (如提升机、皮带运输机) 时,输出功率可按下式计算:

$$N = q\Delta H/102 \quad (\text{千瓦}) \quad (1-4-3)$$

式中 q —— 单位时间内物品的输送量 (公斤/秒);

ΔH —— 物品起始高度与最终高度之差 (米)。

在输出功转变为动能的情况下 (如抛丸机和水力清砂机),输出功率可按下式计算:

$$N' = \frac{qv^2}{204g} \quad (\text{千瓦}) \quad (1-4-4)$$

式中 q —— 单位时间内抛出物体的重量 (公斤/秒);

v —— 抛出物体的最高速度 (米/秒);

g —— 重力加速度 (米/秒²)。

当输出功转变为液体压力能时 (如液压泵),输出功率可按下式计算:

$$N' = \frac{pQ}{612} \quad (\text{千瓦}) \quad (1-4-5)$$

式中 p —— 液体压力 (公斤/厘米²);

Q —— 流量 (升/分)。

当载荷有规律地作周期性变化时,其输出功率的计算,与所选用的原动机种类和转动部分的转动惯量有关。就非标设备常采用的三相交流异步电动机来说,其瞬时过载能力取决于电动机的温升速度,即取决于与电动机的构造尺寸有关的发热时间常数。由于非标设备的工作周期通常都远小于电动机的发热常数 (一般大于 20~30 分钟),故对于输出功率作周期变化的非标设备,可先按平均功率来决定电动机的功率,然后再核算瞬时最大扭矩及起动扭矩是否在电动机的允许范围内。其条件为:

$$N' = \frac{W}{102T} \quad (\text{千瓦}) \quad (1-4-6)$$

$$N \geq \frac{F_{\max} v n}{102 \alpha \cdot \eta} \quad (\text{千瓦}) \quad (1-4-7)$$

$$N \geq \frac{F_{\max} v n}{102 \lambda \cdot \eta} \quad (\text{千瓦}) \quad (1-4-8)$$

式中 N' ——设备输出功率 (千瓦);
 W ——一周期内的总输出功 (公斤·米);
 T ——周期 (秒);
 N ——电动机功率 (千瓦);
 $F_{\max}$ ——机构施加于工件的最大瞬时作用力 (公斤);
 v ——工件受力处的运动速度 (米/秒);
 n ——安全系数;
 α ——电动机起动扭矩与额定扭矩之比;
 λ ——电动机最大扭矩与额定扭矩之比。

由于交流异步电动机的 λ 值通常大于 α 值, 故一般可按(1-4-6)式和 (1-4-7)式计算, 并取其较大的计算值。

如果不带载荷起动, 当计算出所需功率比平均功率大很多时, 为了减小电动机容量, 必要时可采用飞轮来降低载荷的不均匀性。

现举一个负载为周期性变化的例子: 某钢丝切丸机需带载荷起动, 其刀盘每转一周切割 36 根钢丝; 旋转一周的时间为 0.1 秒; 每切一根钢丝做功约为 0.05 公斤·米。将上列各值代入 (1-4-6) 式, 算出 N' 约为 0.18 千瓦。但其最大剪切力约为 60 公斤, 切割钢丝处的运动速度为 5 米/秒; 若选用六极电动机, α 值约为 1.8。因采用一级三角带传动, 可取 $\eta = 0.9$ 。根据载荷计算精确度, 取 $n = 1.5$ 。将上述各值代入 (1-4-7) 式, 得电动机功率为 2.72 千瓦, 实际选用 2.8 千瓦。

对于短期工作的设备, 如果电动机在工作时间内来不及发热到稳定温度, 并在停歇时间电动机能得到一定程度的冷却, 则容许电动机在过载下工作。这时电动机的额定功率可按下式确定:

$$N = \frac{nN'}{K_p \eta} \quad (1-4-9)$$

式中 K_p ——过载系数。

过载系数与起动和工作时的发热, 停歇时的冷却情况, 以及电动机的结构尺寸有关。要准确计算十分困难。因此, 推荐用下面近似公式计算:

$$K_p = \sqrt{\frac{t_r}{2t_g} + 1} \quad (1-4-10)$$

式中 t_r ——电动机停歇时间 (分);

t_g ——电动机工作时间 (分)。

当比值 $t_r/t_g = 1 \sim 3$ 时, $K_p = 1.22 \sim 1.58$ 。由于电动机过载能力的限制, K_p 值不应大于电动机最大扭矩 $M_{\max}$ 与额定扭矩 M_e 的比值的 85%, 即 $K_p \leq 0.85 M_{\max}/M_e$ 。

在有些情况下, 根据类似设备的电动机的容量, 用类比法来推算设备的传动功率比较简单可靠。但只有弄清传动功率与有关参数之间的函数关系, 并在掌握分析计算方法的基

基础上,才能正确运用类比推算法。例如,在设计一专用抛丸机时,其抛丸量比原有某抛丸机的抛丸量增大 50%,抛射速度增大 20%。若近似地认为传动效率不变,则由 (1-4-4) 式可知,传动功率与抛丸量的一次方及抛射速度的平方的乘积成正比,因此传动效率应增加 116% 才能满足要求。

有时,作为参考设备的电动机功率选择得不一定正确。必要时可用电表测量电动机满负荷工作时的实际电流及发热情况,由此推算出电动机的实耗功率。

在有些情况下,既找不到可作参考的设备,又难以用分析方法计算,这时可因陋就简地进行一些必要的试验。

五、非标设备设计方案的拟定

拟定设计方案大体包括两方面的内容,即确定工作原理及拟定设备的具体结构。方案拟定的好坏,是关系到设备是否适用、可靠和经济的一个决定性环节。设计时应予以足够地注意。

1. 确定设备的工作原理

经验证明,为了完成同一工作,可以选择不同的工作原理。例如要设计一个手动千斤顶,可采用液压传动原理或杠杆原理,也可采用螺旋传动原理。究竟选用哪一种工作原理,要根据当时当地的具体条件及各种要求的综合性指标来评定。经验证明,只有善于根据具体情况和要求对有关原理进行分析对比和评选,才能逐步找到较合理和正确的工作原理。

例如,某厂在设计一台短圆棒料校直机时,使用单位提出把短棒料放在平板上,用压板搓滚棒料的第一种校直方案,其校直原理见图 1-5-1。

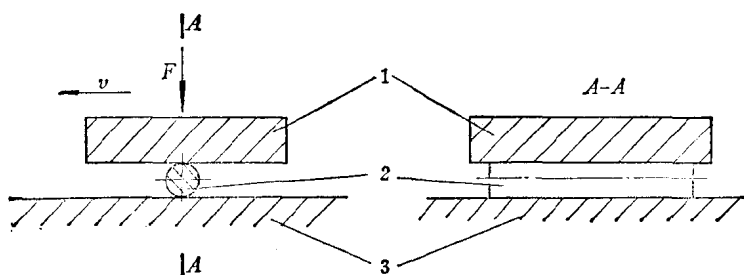


图1-5-1 第一种校直原理
1—压板; 2—棒料; 3—平板。

显然,采用这种方法是不能校直的。因为棒料虽然能被压贴在平板上,但由于存在弹性变形,当外力除去后,棒料要回弹而仍呈一定的弯曲状态。设计者通过分析,认为必须使棒料受到补偿回弹量的反弯曲,才有可能使棒料校直。于是又有人提出了第二种校直方案(见图 1-5-2)。这个方案是在底板上开一圆弧截面的通槽,压板底面相应做成圆弧面,企图使棒

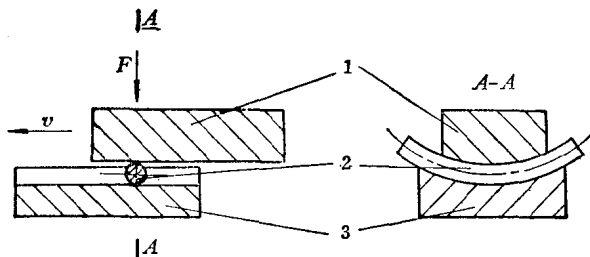


图1-5-2 第二种校直原理
1—圆弧面压板; 2—棒料; 3—圆弧槽底板。

料获得一定的反弯曲。设计者通过计算分析，认为所需的反弯曲量与棒料的材料、热处理方法、直径偏差及棒料的原始弯曲量等因素有关。这个方案虽能使棒料达到一定的反弯曲，但其反弯曲量不可能根据每一根棒料的特殊情况来进行控制。如果采用这种校直方法，它不但不能保证棒料校直，而且有可能把原来直的棒料也校弯了。后来设计者调查和分析了普通长棒料校直机的工作原理，并成功地将其原理推广应用到短棒料校直机上。

大家知道，普通长棒料校直机是使棒料一面旋转一面反复弯曲来校直的。弯曲挠度是随棒料向前推进而逐步减小；从输入端的某一数值逐步减小，到输出端则降为零，这时棒料便校直了。设计者摹仿上述过程，

提出第三种校直方案（见图 1-5-3），

即设想棒料支承在 A、B 两个孔内，并以压杆将棒料压弯到挠度为 δ_0 ，然后使棒料在支承孔内旋转。棒料每旋转一周，压杆向上提高 $\Delta\delta$ ，从而使棒料被强迫弯曲的挠度逐渐减小，直至减为零才结束工作。上述方法与普

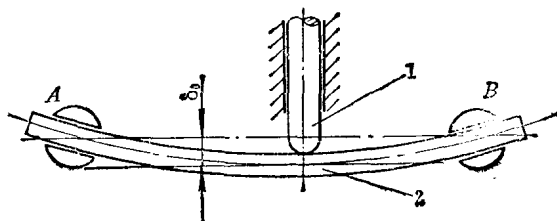


图 1-5-3 第三种校直原理

1—压杆；2—棒料。

通长棒料校直机的校直原理是相同的，而且比较容易用机械方法实现自动校直，所以最后选取了这种工作原理。

通过以上分析，设计者对所拟定的校直原理方案有了较深刻的理解，因而有了较大的把握性和预见性。虽然短棒料校直过程不同于直棒料，所设计的结构方案和普通长棒料校直机有很大差别，但试制还是很顺利地成功了。使繁重的体力劳动实现了机械化，使用情况比较理想。

对于传统的工作原理，行之有效的应酌情采用，不能适应工作需要的则不采用，而应大胆慎重地寻求新的工作原理。例如，某厂在设计一台钢丝切丸机时，送丝机构本来想采用传统的两个滚轮直接压紧来送丝的工作原理。后来发现，如果一对滚轮只送进一根钢丝则生产率太低；若同时送进多根钢丝，则由于各钢丝的直径不完全相等，且滚轮各处的磨损量也不尽相同，所以常产生钢丝打滑而不能送进的故障。即使反复调整滚轮的压紧力也难以避免这种现象。设计者最初企图从结构上想办法，想采用弹性滚轮。但不是结构复杂就是不耐磨。经过探索，最后决定采用如

图 1-5-4 所示的原理来设计送丝机构。图中，三对滚轮都是主动轮，能按箭头所示方向旋转。钢丝陷在滚轮上的 V 型槽中，弯弯曲曲地从滚轮之间通过。由于钢丝的弯曲，它对滚轮产生压力，依靠这种压力所产生的摩擦力就可以带动钢丝送进。多年使用情况证明，这种送丝机构与传统结

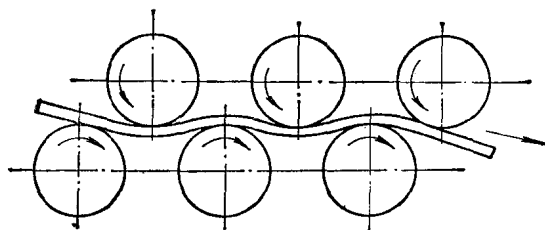


图 1-5-4 送丝机构工作原理

构比较，具有送进可靠、滚轮磨损小及不需人工调整等优点，而且同时送进钢丝的根数可以不受限制，这就大大地提高了生产率。

在非标设备设计中，采用新技术的工作原理常可简化结构、提高工作性能及获得较好

的经济效果。例如，在高速气动磨头中，用静压空气轴承代替滚动轴承可使结构大为简化，寿命显著延长；用液压靠模代替机械靠模可具有结构简单、操作方便及便于更换产品等优点；在大型壳类零件的成型加工中，用爆炸成形法代替冲压法，可大大节省设备的投资。但应该看到，目前不少工厂的非标设备，与类似的标准设备比较，一般多偏重于传统的机械结构，而较少采用新技术，其机械化和自动化程度一般都要差一些。因此，非标设备设计者应该密切注意新技术的发展，把比较成熟的新技术和先进经验及时吸收到非标设备设计中去，因地制宜地改变非标设备的这种落后状态。

但是，衡量设备设计的好坏，不应以是否采用新技术或是否实现某某化为标准，而应从工作性能及经济效果等方面来衡量。在有些情况下，采用传统的工作原理其可靠性、适用性及经济性不见得比采用新技术差，那么，盲目追求采用新技术就没有什么实际意义。对于非标设备，往往没有进行长期研究、试制及改进的条件，对于采用尚无成熟经验的新技术更应慎重。

在五十年代，当电解加工作为新技术出现时，某厂企图用它来加工发动机连杆盖，以代替原来的铣削加工，从而解决铣床加工能力不足的问题。设计者只看到电解加工能加工复杂形状零件和设备容易制造的优点；却没有看到这种加工用电量大、占地面积大、易造成环境污染和引起周围设备的腐蚀等缺点。该厂采用这种加工方法后，进行了多年的试验和试制工作。终因效果不好而放弃了这种方法，造成了大量的人力物力的浪费。

某厂在设计某试验台时，由于盲目追求先进，不切实际地采用了电子秒表来计时。电子秒表较手动式机械秒表的确具有许多优点。它能根据输入电讯号自动测定时间，并能精确测定极小的时间间隔；它能采用数码管显示，观察方便，外形美观。可是在该试验台上，上述优点大部分都未加利用。由于结构上的限制，没有设置自动输入讯号的装置，而仍以手动输入讯号。所测时间间隔较大，精度要求也不高，故没有发挥它的测时精确的优点。在这种情况下，电子秒表的缺点却表现很明显。由于电源电压不稳，经测定，其计时误差比普通秒表还大。当时电子秒表没有标准产品，进口价格比普通秒表贵许多倍。自己设计组装电子秒表，不仅工作量大，成本高，质量不易保证，而且要造成以后维修困难。在这种情况下，如采用普通电动秒表，不仅使用方便，成本低，而且计时准确性也完全满足使用要求。

2. 拟定设备的结构方案

正确的工作原理只有通过合理的结构方案才能体现出来。因此，拟定正确合理的结构方案是满足使用、制造和维修等要求的一个重要环节。

相同的工作原理可用不同的结构方案来实现。设计者要对各种可能的方案进行分析和对比，要利用已有的实践经验和理论知识，并通过调查研究去判别各种方案的优劣，以决定取舍。对所选取的方案应仔细分析存在的矛盾，并寻求克服这些矛盾的方法，使它逐步完善起来。

例如，对于前面所讨论的短圆棒料校直机，在拟定好工作原理以后，就曾拟定过多种结构方案，经过分析对比后才找到一种较好的方案。

根据所拟定的工作原理（见图 1-5-3），拟定的第一种结构方案见图 1-5-5。这种方案