

# 航空喷气发动机自动控制 设计手册

HANGKONG PENQI FADONGJI  
ZIDONG KONGZHI SHEJI SHOUCHE

上册

国防工业出版社

V235-6  
1001

# 航空喷气发动机自动控制 设计手册

上册

《航空喷气发动机自动控制设计手册》编写组 编



30271794

国防工业出版社

454516

## 内 容 简 介

本手册共十一章，分上、下两册出版。

上册一至五章。内容包括：航空喷气发动机自动控制系统的常用数表及物理数据表，常用计算公式和常用单位换算，常用航空液体的主要技术数据，以及常用材料和常用基础标准。

下册六至十一章。内容包括：航空油泵和元件设计，自动调节系统和自动调节系统的设计，航空油泵和自动调节器的装配、试验、使用、维护和故障，以及泵和自动调节器、自动控制系统的试验设备。

本手册可供从事航空喷气发动机自动控制系统设计、制造和使用的工程技术人员以及有关高等院校的师生查阅使用，也可供从事地面和船用燃气轮机以及冲压发动机自动控制系统的有关人员参考。

### 航空喷气发动机自动控制 设计手册

上 册

《航空喷气发动机自动控制设计手册》编写组 编

\*

国防工业出版社 出版

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

\*

787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 56 插页 2 1312 千字

1982年10月第一版 1982年10月第一次印刷 印数：0,001—2,000册

统一书号：N15034·2088 定价：8.45元

# 前 言

《航空喷气发动机自动控制设计手册》是我国第一部属于本专业的的设计手册。在编写过程中，我们力求手册具有一定的先进性、科学性和准确性。要求广泛收集国内外有关技术文献，并总结建国以来我们在科研、设计、制造、使用和教学中的经验，使手册不但为读者提供所需要的技术数据、公式和图表，而且对读者的专业工作有一定的启发和指导作用。但是，由于我国在航空发动机自动控制专业方面和世界先进水平差距较大，我们编写人员在这方面的经验和水平也有限，所以肯定不能满足读者的要求。

本手册共十一章，分上、下两册出版。一至五章为上册，主要是介绍本专业方面的常用数表和数据，常用公式和单位换算，常用材料和标准。航空液体在本专业具有比较重要地位，单独列成一章。六至十一章为下册，其中第六章介绍了在航空发动机上采用的各种主、加力燃油泵，也收集了一些典型的燃油增压泵、喷水泵和有参考价值的液压泵资料。第七章主要是介绍泵和调节器的主要元件设计。第八章是介绍目前国内外一些航空发动机自动调节系统及其分析，列举了它们的调节规律以及调节器的工作原理和特点。第九章主要是介绍了自动调节系统的设计。第十章介绍泵和调节器的装配试验和外场使用。第十一章介绍国内现有的泵和调节器的试验设备和设计。

一至三章是由南京航空学院陈铮、缪国伟、盛益谦、周仲甫、陶贵春、周碧玉编写；第四章由一一三厂聂谷成、韩德芳、一一四厂阎晓峰、李佩芳编写；第五章由一一四厂王林寿编写；第六章由西北工业大学张加桢、杨传和、六〇六所叶绪民、崔仲尧编写；第七章由北京航空学院王玉林、李培滋、王庆康、一一三厂周庆泰、徐纯礼、高先文编写；第八章由六二四所刘大卫、李桂敏、六〇六所张绍基编写；第九章由六〇六所陶如骅编写；第十章由一一三厂陈仁良、林文奎、肖德贵编写；第十一章由六二四所王戈一、郭成文、一一三厂易炳南、邱仁郁编写。

一至五章由缪国伟校；第六章由张加桢校；第七章由王庆康校；第八章由陶如骅校；第九章由张加桢校；第十章由陈仁良校；第十一章由刘大卫校。

全书主编：罗扬信、张加桢。

全书在收集资料和编写过程中，得到了许多兄弟单位和同志的大力支持和协助，而且在审定稿过程中，许多专家应邀参加了审定工作，并提出了许多宝贵意见，在此一并致谢。

由于本书系我们初次编写，水平有限，谬误之处在所难免，望读者在使用中指正。

《航空喷气发动机自动控制设计手册》编写组

1979年6月

# 目 录

## 第一章 常用数表及物理数据表

### 一、自动调节原理有关函数、曲线及

#### 公式 ..... 1

1. 拉普拉斯变换对照表 ..... 1
2. 拉普拉斯变换特性表 ..... 2
3. 数-分贝转换直线 ..... 3
4.  $20\lg N$  值表 ..... 3
5. 方块图代数法则 ..... 4
6. 基本环节特性一览表 ..... 6
7. 机械函数发生器 ..... 12
8.  $RC$  电路输入输出传递函数 ..... 14
9. 典型  $RC$  电路的传递函数和对数幅频图 ..... 20
10. 非周期环节  $\frac{1}{1+jT\omega}$  的对数相频特性和幅频修正量  $\Delta\delta$  分贝 ..... 25
11. 不同  $\xi$  值下振荡环节渐近对数幅频特性修正  $\Delta\delta$  分贝数 ..... 26
12. 不同  $\xi$  值下振荡环节的对数相频特性  $\phi(\omega)$  ..... 27
13. 二阶系统相对阻尼系数  $\xi$  与相角裕度  $\gamma$  及超调量  $\sigma\%$  的关系曲线 ..... 29
14. 一定误差带下, 无因次过渡过程时间  $\omega_0 t_s$  与相对阻尼系数  $\xi$  的关系曲线 ..... 29
15. 振荡环节的一些动态特性曲线 ..... 29
16. 振荡次数  $x$  ..... 30
17. 线性系统的稳定 ..... 30
18. 反馈系统对数频率特性计算表 ..... 33
19. 单位梯形特性表 ..... 36
20.  $\frac{\sin x}{x}$ ,  $\frac{\cos x}{x}$  函数表 ..... 38
21. 按开环系统幅相频率特性作闭环系统实频特性用圆图 ..... 45
22. 按开环系统幅相特性作闭环系统的虚频特性用圆图 ..... 46
23. 按开环系统对数频率特性求闭环系统实频及虚频特性用图 ..... 48
24. 简单根轨迹图 ..... 49
25. 开环极点、零点分布及其相应的根轨迹 ..... 49
26. 负反馈系统与正反馈系统的根轨迹图 ..... 50
27.  $z$  变换 ..... 50
28.  $z$  变换的特性 ..... 51
29. 典型闭环离散系统的方块图及相应的输出量  $C(z)$  ..... 52
30. 信号流图及梅逊增益公式 ..... 52
31. 电子模拟机上常用传递函数模型结构和系数对应表 ..... 55

### 二、大气气候和空气动力学数据表 ..... 74

1. 总温表 ..... 74
2. 总压表 ..... 75
3. 大气温度、压力和密度随高度的变化关系数据表 ..... 77
4. 不同高度时飞行速度与马赫数换算表 ..... 78
5. 我国各纬度区不同季节的同温层起始高度表 ..... 80
6. 我国地区气象表 ..... 80
7. 我国部分地区海拔高度表 ..... 82
8. 世界各主要国家地区气象及海拔高度表 ..... 84
9. 气体常数表 ..... 92
10. 绝热指数表 ..... 93
11. 国际标准大气表 ..... 94
12. 气体动力学函数表 ..... 105
13. 正激波前后参数计算用表 ..... 114

### 三、常用物理常数表 ..... 118

### 四、材料摩擦系数 ..... 119

1. 滑动摩擦系数表 ..... 119
2. 滚动摩擦系数表 ..... 120
3. 轴承及某些物体的摩擦系数表 ..... 121

### 参考资料 ..... 122

## 第二章 常用计算公式和常用单位换算

### 一、水力学基本计算公式 ..... 123

1. 流体内摩擦定律 ..... 123
2. 粘度换算公式 ..... 123
3. 静止液体中液体静压力分布规律 ..... 123
4. 一元管流连续方程 ..... 124
5. 一元管流量方程 ..... 124
6. 一元微小流管动量矩方程(柱坐标形式) ..... 124
7. 雷诺数 ..... 124
8. 水力半径 ..... 124
9. 薄壁孔口流量计算公式 ..... 125
10. 平行平板缝流量计算公式 ..... 125
11. 圆管层流流量计算公式 ..... 125
12. 同心环形间隙泄漏量计算公式 ..... 125
13. 偏心环形间隙泄漏量计算公式 ..... 126
14. 同心有锥度的环形间隙泄漏量计算公式 ..... 126
15. 同心台阶间隙泄漏量计算公式 ..... 126
16. 圆盘端隙流动泄漏量计算公式 ..... 126
17. 圆盘端隙流动压力分布 ..... 126
18. 圆锥状环形间隙流动泄漏量计算公式 ..... 127
19. 圆盘端隙挤压流动流量计算公式 ..... 127
20. 圆盘端隙挤压流动压力分布公式 ..... 127

21. 滑阀液动力	127
22. 锥阀中流体作用力	128
23. 液压冲击波在管道中的传递速度	128
24. 微粒在流体中沉降速度	128
25. 液体体积压缩系数	129
26. 管道的沿程压力损失	129
27. 管道的局部压力损失	131
28. 管道系统压力总损失和压力损失的简化计算	137

## 二、气体动力学基本公式

1. 理想气体状态方程	137
2. 气体常数	137
3. 一元管流连续方程	137
4. 一元管流热焓形式能量方程	138
5. 一元管流机械功形式能量方程	138
6. 热力过程方程式	138
7. 音速公式	139
8. 临界音速	139
9. 马赫数	139
10. 速度系数	139
11. 马赫数M与速度系数 $\lambda$ 之间的换算关系	140
12. 等压比热和等容比热之间的关系	140
13. 绝热指数	140
14. 等压比热、等容比热与气体绝热指数之间的关系	140
15. 常用气动函数	140
16. 临界参数	141
17. 气流从孔口中流出时的流量	142
18. 马赫角	142
19. 正激波前后参数联系式	143
20. 斜激波前后参数联系式	143

## 三、电学基本公式

1. 欧姆定律	144
2. 电阻和阻抗	144
3. 功率	145
4. 功率因数	145
5. 三相电路中的各种基本关系	146
6. 正弦交流电的有效值、平均值与最大值的关系	146
7. 非正弦交流	146
8. 基尔霍夫定律	147
9. 磁通的计算——磁路的欧姆定律	147
10. 感应电势的计算	147
11. 电流的热效应定律——楞次-焦耳定律	147
12. 电流的化学效应定律	148
13. 电流的动力效应定律	148
14. 电磁铁的吸力	148
15. 电机转子转速、频率及磁极对数间的关系	148
16. 电机的转矩	148

## 四、环境试验基本公式

1. 振动公式	148
2. 线加速度	149
3. 冲击公式	149
4. 湿度	149

5. 高低温范围的确定	149
6. 制冷系统方案的选择与计算	150

## 五、材料力学基本公式

(一) 直杆基本计算公式	150
1. 轴向拉伸和压缩	150
2. 剪切和挤压	151
3. 扭转	152
4. 弯曲	155
5. 复合抗力	171
(二) 承压容器	173
1. 薄壁容器	173
2. 承受内压和外压的厚壁容器	179
3. 单独承受内压时容器强度计算	180
4. 组合厚壁筒	181
(三) 压杆的稳定性	182
1. 等截面受压杆件的稳定性计算(长柱)	182
2. 超出杆件材料比例极限后的临界载荷	183
3. 压杆的稳定条件	184
(四) 圆平板的弯曲	185
1. 刚性圆平板和圆环形平板的计算公式	185
2. 挠性圆平板的计算公式	187
3. 绝对挠性的圆平板(薄膜)的计算公式	189
(五) 接触应力	189
1. 接触区的最大压力和位移计算	189
2. 接触应力及强度计算	193

## 六、几何体的特性和剖(截)面的几何特性

(一) 基本计算公式	196
1. 重心或形心的计算	196
2. 转动惯量或惯性矩的计算	197
(二) 面积、体积、重心或形心、惯性矩和剖(截)面系数的计算	198
1. 剖(截)面的几何特性	198
2. 几何体的面积、体积、重心位置及转动惯量	211
3. 波形板的特性数据	221

## 七、各种单位及单位换算

(一) 常用计量单位	222
1. 力学单位表	222
2. 热学单位表	226
3. 电磁单位表	227
4. 光学单位表	229
5. 红外辐射单位表	230
6. 声学单位表	231
7. 伦琴辐射和放射性单位表	232
(二) 单位换算	232
1. 长度单位换算表	232
2. 面积和地积单位换算表	233
3. 体积和容量单位换算表	234
4. 质量单位换算表	235
5. 密度单位换算表	236

6. 速度单位换算表 .....	236
7. 角速度单位换算表 .....	236
8. 流量单位换算表 .....	237
9. 力的单位换算表 .....	238
10. 压力单位换算表 .....	238
11. 功、能及热量单位换算表 .....	239
12. 功率单位换算表 .....	239
13. 温度单位换算表 .....	240
14. 角度与弧度换算表 .....	240
15. 弧度与角度换算表 .....	242
16. 千分角及密位与角度换算表 .....	242
17. 英寸与毫米换算表 .....	243
18. 毫米与英寸换算表 .....	243
19. 磅/英寸 <sup>2</sup> 与公斤/厘米 <sup>2</sup> 换算表 .....	244
20. 公斤/厘米 <sup>2</sup> 与磅/英寸 <sup>2</sup> 换算表 .....	244
21. 粘度及换算 .....	245
22. 其他常见单位及其换算 .....	247
参考资料 .....	248

### 第三章 常用航空液体的主要技术数据

第一节 航空汽油 .....	249
一、国产航空汽油品种及生产使用情况 .....	249
二、国产航空汽油的规格 .....	249
第二节 航空煤油 .....	250
一、国产航空煤油 .....	250
(一) 国产航空煤油品种及生产使用情况 .....	250
(二) 国产航空煤油规格 .....	251
(三) 国产航空煤油规格分析 .....	252
(四) 航空煤油其他理化性质 .....	254
二、国外喷气燃料的规格 .....	258
1. 国外常用民航喷气燃料规格 .....	258
2. 美国军用航空涡轮燃料规格 .....	260
第三节 柴油 .....	261
第四节 航空液压油 .....	262
一、对液压油的要求 .....	262
二、液压油的种类 .....	262
三、国产航空液压油 .....	263
1. 石油基航空液压油 .....	263
2. 甘油基液压油 .....	265
3. 合成航空液压油 .....	265
四、国外航空液压油 .....	267
第五节 航空润滑油 .....	269
一、矿物润滑油的理化性质 .....	269
二、合成润滑油 .....	270
1. 合成润滑油的理化性质 .....	270

2. 合成润滑油的组成 .....	271
三、航空润滑油与橡胶的适应性 .....	272
四、国外几种主要航空合成润滑油的规格 .....	273
五、润滑油使用对照及互换 .....	274
1. 国内和国外航空润滑油使用对照表 .....	274
2. 各国现用合成润滑油军用规格互换表 .....	276
第六节 航空用润滑脂 .....	276
一、航空机械用润滑脂 .....	276
二、航空仪表用润滑脂 .....	278
三、封存和防锈用润滑脂 .....	279
四、新型合成航空润滑脂 .....	280
五、国外航空润滑脂 .....	283
1. 美国航空润滑脂军用规格 .....	283
2. 国外军用航空润滑脂的互换表 .....	285
第七节 敏感液体及变压器油 .....	287
参考资料 .....	287

### 第四章 常用材料

#### (金属部分)

第一节 结构钢 .....	289
一、概述 .....	289
二、牌号、半成品种类及其标准号一览表 .....	289
三、主要特性和用途举例 .....	294
四、技术条件规定的机械性能 .....	297
(一) 棒材的机械性能 .....	297
(二) 板材的机械性能 .....	302
(三) 带材的机械性能 .....	303
(四) 丝材的机械性能 .....	305
(五) 管材的机械性能 .....	309
五、未列入技术条件中的性能参考数据 .....	310
(一) 室温机械性能 .....	310
(二) 高温和低温机械性能 .....	312
(三) 持久强度 .....	314
(四) 物理性能 .....	315
六、钢材的品种规格 .....	320
(一) 棒材的品种规格 .....	320
(二) 板材的品种规格 .....	325
(三) 带材的品种规格 .....	329
(四) 丝材的品种规格 .....	333
(五) 管材的品种规格 .....	341
七、化学成分 .....	347

第二节 不锈钢 .....	350	六、变形铝合金的品种规格 .....	393
一、概述 .....	350	(一) 棒材的品种规格 .....	393
二、牌号、半成品种类及标准号一 览表 .....	350	(二) 板材的品种规格 .....	395
三、主要特性及用途举例 .....	351	(三) 丝材的品种规格 .....	398
四、技术条件规定的机械性能 .....	353	(四) 管材的品种规格 .....	399
(一) 棒材的机械性能 .....	353	七、变形铝合金的化学成分 .....	405
(二) 板材的机械性能 .....	354	八、铸造铝合金 .....	406
(三) 带材的机械性能 .....	355	(一) 铸造铝合金的主要特性及用途举例 .....	406
(四) 丝材的机械性能 .....	355	(二) 技术条件规定的机械性能 .....	407
(五) 管材的机械性能 .....	356	(三) 未列入技术条件中的性能参考数据 .....	408
五、未列入技术条件中的性能参考 数据 .....	356	(1) 室温机械性能 .....	408
(一) 室温机械性能 .....	356	(2) 高温机械性能 .....	409
(二) 高温机械性能 .....	358	(3) 铸造铝合金的物理性能 .....	412
(三) 持久强度 .....	359	(4) 铸造铝合金的化学成分 .....	413
(四) 蠕变强度和疲劳极限 .....	360	第四节 铜及铜合金 .....	414
(五) 物理性能 .....	361	一、概述 .....	414
六、钢材的品种规格 .....	363	二、铜及铜合金牌号、半成品种类及 标准号一览表 .....	415
(一) 棒材的品种规格 .....	363	三、铜及铜合金的主要特性和用途 举例 .....	416
(二) 板材的品种规格 .....	363	四、技术条件中规定的机械性能和物 理性能 .....	418
(三) 带材的品种规格 .....	363	(一) 棒材的机械性能 .....	418
(四) 丝材的品种规格 .....	365	(二) 板(条)材的机械性能 .....	421
(五) 管材的品种规格 .....	366	(三) 带材的机械性能 .....	422
七、化学成分 .....	367	(四) 线材的机械性能 .....	423
第三节 铝及铝合金 .....	368	(五) 管材的机械性能 .....	425
一、概述 .....	368	(六) 铜及铜合金的物理性能 .....	425
二、变形铝合金牌号、半成品种类及 标准号一览表 .....	370	五、未列入技术条件中的性能参考 数据 .....	426
三、变形铝合金的主要特性和用途 举例 .....	371	(一) 常温机械性能 .....	426
四、技术条件规定的机械性能 .....	375	(二) 高(低)温机械性能 .....	430
(一) 棒材的机械性能 .....	375	(三) 物理性能和抗腐蚀性能 .....	432
(二) 板材的机械性能 .....	376	(四) 工艺性能数据 .....	433
(三) 丝材的机械性能 .....	379	六、铜及铜合金加工产品品种规格 .....	434
(四) 管材的机械性能 .....	380	(一) 棒材的品种规格 .....	434
(五) 型材的机械性能 .....	381	(二) 板、条、带材的品种规格 .....	436
(六) 锻件及模锻件的机械性能 .....	383	(三) 线材的品种规格 .....	447
五、未列入技术条件的性能参考数据 .....	386	(四) 管材的品种规格 .....	451
(一) 变形铝合金的室温机械性能 .....	386	七、铜及铜合金加工产品的化学成分 .....	456
(二) 变形铝合金的高温机械性能 .....	387	(一) 纯铜加工产品的化学成分 .....	456
(三) 变形铝合金的物理性能 .....	392	(二) 黄铜加工产品的化学成分 .....	457
		(三) 白铜加工产品的化学成分 .....	457



(四) 青铜加工产品的化学成分	458	五、泡沫塑料	493
第五节 精密合金	459	第八节 橡胶	494
一、概述	459	一、概述	494
二、合金牌号、半成品种类及标准号一览表	459	二、航空工业橡胶零件及型材用胶料	495
三、主要特性和用途举例	460	(一) 工作条件及用途	495
四、技术条件规定的各种性能	461	(二) 物理机械性能	497
(一) 电工用纯铁	461	(三) 航空胶料新旧牌号对照表	499
(二) 热双金属	461	三、国防工业用硅橡胶胶料及制品	499
(三) 高电阻电热合金	462	四、国防工业用氟橡胶胶料及制品	501
五、合金的品种规格	463	五、专用胶料	504
(一) 电工用纯铁	463	六、航空用橡胶薄膜	505
(二) 热双金属	464	七、航空用海绵橡胶板	507
(三) 高电阻电热合金	464	第九节 石墨	508
六、化学成分	465	一、概述	508
第六节 其它材料	466	二、石墨材料的分类和物理机械性能	508
一、钨基高比重合金	466	三、石墨的化学性能	510
二、硬质合金	467	四、石墨的气孔率与耐压的关系	510
三、钎焊料	467	五、各种介质中石墨材料的选择与组配	511
(一) 锡铅焊料	467	六、端面石墨密封暂行技术条件	511
(二) 锡焊料	469	第十节 油漆	512
(三) 铝基钎焊料	469	一、概述	512
(四) 银钎焊料	469	二、清漆类	513
(五) 铜锌焊料	471	三、磁漆类	515
(六) 高温焊料	471	四、绝缘漆类	518
(非金属部分)		五、环氧有机硅漆类	520
第七节 塑料	471	六、有光、半光或无光烘漆类	521
一、概述	471	七、底漆类	522
二、热固性塑料	472	第十一节 导线	523
(一) 压塑料的名称、牌号及用途	472	一、概述	523
(二) 压塑粉的物理机械性能	473	二、各种导线	523
(三) 纤维压塑料的物理机械性能	474	第十二节 绝缘与纺织材料	526
三、层压塑料	475	一、概述	526
(一) 酚醛层压纸板	475	二、玻璃漆布、绸	526
(二) 酚醛层压布板	477	三、氯丁橡胶套软线	526
(三) 玻璃布层压板	481	四、黄漆管与玻璃丝管	527
(四) 340弹性模片用玻璃布板的物理机械性能	485	五、工业用毛毡	527
(五) 层压管、棒	485	第十三节 纸类	528
四、热塑性塑料	488	一、概述	528
(一) 聚四氟乙烯	488	二、硬钢纸板与电工绝缘纸板	528
(二) 有机玻璃	490	三、工业羊皮纸与纸袋纸	529
(三) 聚砜、聚乙烯、尼龙、软聚氯乙烯管	492		

四、中性包装纸与微孔滤纸 .....	529
五、软钢纸板与密封垫纸板 .....	530
第十四节 胶粘剂与密封材料 .....	530
一、概述 .....	530
二、胶粘剂 .....	531
三、密封腻子 .....	533
四、浇注液 .....	534
第十五节 其它 .....	534
一、概述 .....	534
二、柔软云母板 .....	535
三、塑性云母板 .....	536
四、换向器云母板 .....	537
五、石棉板 .....	537
六、皮革 .....	538
附录 .....	539
一、钢号表示方法 .....	539
二、有色金属及合金产品牌号表示方法 .....	541
三、精密合金产品牌号表示方法 .....	542
四、金属材料常用符号及其对照 .....	542
五、常用材料重度表 .....	545
六、黑色金属硬度及强度换算表 .....	546
七、国内标准代号 .....	550
八、世界各国的国家标准代号 .....	550
九、国内外常用金属材料牌号对照 .....	551
十、金属及合金的机械性能和物理性能符号 .....	555
十一、各种非金属的性能名称及含义解释 .....	557
十二、一机部电工绝缘材料耐热等级 .....	557

## 第五章 常用基础标准

第一节 尺寸标准 .....	558
一、标准直径 (JB176-60) .....	558
二、标准长度 (JB177-60) .....	560
三、标准锥度 (GB157-59) .....	562
四、标准角度 (GB 修正草案) .....	563
五、球面半径 (JB6-59) .....	564
六、零件倒角及倒圆半径 (JB5-59) .....	565
七、倒角和倒圆配合尺寸	

(HB0-46-75) .....	567
第二节 一般结构要素标准 .....	568
一、中心孔 (GB145-59) .....	568
二、滚花 (JB2-59) .....	569
三、砂轮越程槽 (JB3-59) .....	569
四、活门用滚珠的选择 (HB4-112-76) .....	570
五、螺栓的螺纹部分在螺母及夹层中的位置 (HB0-1-74) .....	571
六、螺栓、螺钉和螺柱用的通孔尺寸 (HB0-40-75) .....	572
七、螺栓和螺钉的沉头座 (HB0-4-74) .....	572
八、螺纹连接的防松方法 (HB0-2-74) .....	574
九、螺纹收尾 (HB246-75) .....	582
十、凸耳、耳座型式和尺寸 (HB0-5-72) .....	584
十一、扳手口和被扳处尺寸与公差 (HB0-39-75) .....	587
十二、六角零件的保险孔 (HB0-9-74) .....	588
十三、铆钉的长度、铆头尺寸和铆钉孔直径的选择 (摘自 GB1017-78附录) .....	591
十四、板材最小弯曲半径 (HB0-10-74) .....	593
十五、展开长度计算表 (HB0-45-74) .....	594
十六、导管假定直径 (HB4-2-76) .....	595
十七、管接头的螺纹部分 (HB4-3-76) .....	596
十八、导管扩口 (HB4-52-76) .....	597
十九、钢和铝合金导管的最小弯曲半径 (HB4-55-76) .....	598
二十、轴承的固定 (HB0-37-76) .....	598
第三节 公差配合及表面光洁度标准 .....	601
一、公差与配合 (GB 159~169-59) .....	601
(一) 定义、制度 (GB159-59) .....	601
(二) 尺寸 $0.1 < 1$ 毫米基孔制配合 (GB162-59) .....	608
(三) 尺寸 $0.1 < 1$ 毫米基轴制配合 (GB163-59) .....	609
(四) 尺寸 $1 \sim 500$ 毫米基孔制静配合 (GB164-59) .....	610
(五) 尺寸 $1 \sim 500$ 毫米基孔制过渡配合 (GB165-59) .....	611
(六) 尺寸 $1 \sim 500$ 毫米基孔制制动配合	

(GB166-59) .....612

(七) 尺寸1~500毫米基轴制静配合  
(GB167-59) .....613

(八) 尺寸1~500毫米基轴制过渡配合  
(GB168-59) .....614

(九) 尺寸1~500毫米基轴制动配合  
(GB169-59) .....615

(十) 应用举例 .....616

二、公差与配合(新 GB 修订草案) .....622

(一) 总论、标准公差与基本偏差 .....622

(二) 尺寸至500毫米轴、孔公差带及常用、  
优先配合 .....640

(三) 尺寸大于500~3150毫米常用轴、  
孔公差带 .....665

(四) 未注公差尺寸的极限偏差 .....670

(五) 公差与配合新旧标准配合符号对照 .....670

(六) 旧国标与部分新国标偏差值及配合公  
差对照 .....672

三、一般尺寸公差(HB761-66) .....716

四、锥度和角度公差(JB1-59) .....724

五、紧固件和定位销孔中心距公差  
(HB 0-51-74) .....724

六、表面形状和位置公差代号及其注  
法(GB1182-74) .....731

七、表面形状和位置公差术语及定义  
(GB1183-75) .....743

八、表面形状和位置公差公差值  
(GB1184-75) .....758

九、对表面形状和位置公差的补充规定 .....764

十、铸件尺寸公差和加工余量  
(HB0-7-67) .....777

十一、模锻件尺寸公差和模锻件构造  
要素(HB0-6-67) .....786

十二、密封垫片技术条件(HB0-78-72) .....795

十三、表面光洁度(GB1031-68) .....796

第四节 螺纹标准 .....808

一、普通螺纹(HB241-75) .....808

二、间隙螺纹(HB242-70) .....816

三、过盈螺纹(HB243-70) .....823

四、修理用过盈螺纹(HB0-77-72) .....828

五、锥螺纹(HB247-72) .....832

六、铝合金基体光孔上螺桩  
(HB/Z10-72) .....834

七、钢丝螺套与丝套螺孔型面尺寸、  
公差及技术条件(Q/7D23-77) .....835

第五节 其它标准 .....841

一、镀层和化学覆盖层的选择原则与  
厚度系列(HB5033-77) .....841

二、液压及气动图形符号(GB786-76) .....863

三、直径由5~33毫米的螺栓最大拧  
紧力矩(HB0-63-74) .....885

# 第一章 常用数表及物理数据表

## 一、自动调节原理有关函数、曲线及公式

### 1. 拉普拉斯变换对照表 (表 1-1)

表 1-1 拉普拉斯变换对照表

	$f(t)$	$F(s)$
1	单位脉冲 $\delta(t)$	1
2	单位阶跃 $1(t)$	$\frac{1}{s}$
3	$t$	$\frac{1}{s^2}$
4	$e^{-at}$	$\frac{1}{s+a}$
5	$te^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^2}$
6	$\sin\omega t$	$\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$
7	$\cos\omega t$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$
8	$t^n \quad (n=1, 2, 3, \dots)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
9	$t^n e^{-at} \quad (n=1, 2, 3, \dots)$	$\frac{n!}{(s+a)^{n+1}}$
10	$\frac{1}{b-a}(e^{-at}-e^{-bt})$	$\frac{1}{(s+a)(s+b)}$
11	$\frac{1}{b-a}(be^{-bt}-ae^{-at})$	$\frac{s}{(s+a)(s+b)}$
12	$\frac{1}{ab} \left[ 1 + \frac{1}{a-b}(be^{-at}-ae^{-bt}) \right]$	$\frac{1}{s(s+a)(s+b)}$
13	$e^{-at}\sin\omega t$	$\frac{\omega}{(s+a)^2+\omega^2}$
14	$e^{-at}\cos\omega t$	$\frac{s+a}{(s+a)^2+\omega^2}$
15	$\frac{1}{a^2}(at-1+e^{-at})$	$\frac{1}{s^2(s+a)}$
16	$\frac{\omega_n}{\sqrt{1-\xi^2}} e^{-\zeta\omega_n t} \sin\omega_n \sqrt{1-\xi^2} t$	$\frac{\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$
17	$\frac{-1}{\sqrt{1-\xi^2}} e^{-\zeta\omega_n t} \sin(\omega_n \sqrt{1-\xi^2} t - \phi), \quad \phi = \text{tg}^{-1} \frac{\sqrt{1-\xi^2}}{\xi}$	$\frac{s}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$
18	$1 - \frac{1}{\sqrt{1-\xi^2}} e^{-\zeta\omega_n t} \sin(\omega_n \sqrt{1-\xi^2} t + \phi), \quad \phi = \text{tg}^{-1} \frac{\sqrt{1-\xi^2}}{\xi}$	$\frac{\omega_n^2}{s(s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2)}$

## 2. 拉普拉斯变换特性表 (表 1-2)

表 1-2<sup>①</sup> 拉普拉斯变换特性表

1	$\mathcal{L}[Af(t)] = AF(s)$
2	$\mathcal{L}[f_1(t) \pm f_2(t)] = F_1(s) \pm F_2(s)$
3	$\mathcal{L}\left[\frac{d}{dt} f(t)\right] = sF(s) - f(0 \pm)$
4	$\mathcal{L}\left[\frac{d^2}{dt^2} f(t)\right] = s^2 F(s) - sf(0 \pm) - \dot{f}(0 \pm)$
5	$\mathcal{L}\left[\frac{d^n}{dt^n} f(t)\right] = s^n F(s) - \sum_{k=1}^n s^{n-k} f^{(k-1)}(0 \pm)$ 式中 $f^{(k-1)}(t) = \frac{d^{k-1}}{dt^{k-1}} f(t)$
6	$\mathcal{L}\left[\int f(t) dt\right] = \frac{F(s)}{s} + \frac{\left[\int f(t) dt\right]_{t=0 \pm}}{s}$
7	$\mathcal{L}\left[\int \int f(t) dt dt\right] = \frac{F(s)}{s^2} + \frac{\left[\int f(t) dt\right]_{t=0 \pm}}{s^2} + \frac{\left[\int \int f(t) dt dt\right]_{t=0 \pm}}{s}$
8	$\mathcal{L}\left[\int \dots \int f(t) (dt)^n\right] = \frac{F(s)}{s^n} + \sum_{k=1}^n \frac{1}{s^{n-k+1}} \left[\int \dots \int f(t) (dt)^k\right]_{t=0 \pm}$
9	$\mathcal{L}[e^{-at} f(t)] = F(s+a)$
10	$\mathcal{L}[f(t-a) 1(t-a)] = e^{-as} F(s)$
11	$\mathcal{L}[tf(t)] = -\frac{dF(s)}{ds}$
12	$\mathcal{L}\left[\frac{1}{t} f(t)\right] = \int_s^\infty F(s) ds$
13	$\mathcal{L}\left[f\left(\frac{t}{a}\right)\right] = aF(as)$

①  $f(t)$ —时间  $t$  的函数, 而且当  $t < 0$  时,  $f(t) = 0$ ;  
 $s$ —复变数;

$\mathcal{L}$ —运算符号, 放在某量之前, 表示该量用拉普拉斯积分  $\int_0^\infty e^{-st} dt$  进行变换;

$F(s)$ — $f(t)$  的拉普拉斯变换。

$f(t)$  的拉普拉斯变换被定义为:

$$\mathcal{L}[f(t)] = F(s) = \int_0^\infty e^{-st} dt [f(t)] = \int_0^\infty f(t) e^{-st} dt$$

## 3. 数-分贝转换直线 (图 1-1)

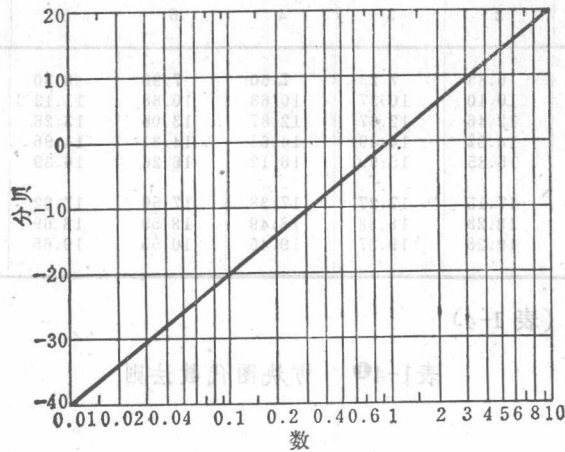


图1-1 数-分贝转换直线

任意数的分贝数都可由该直线求得, 如数增大 10 倍, 则对应的分贝数增加 20 倍, 这可以由下式看出:

$$20\lg(K \times 10^n) = 20\lg K + 20n$$

注意, 当以分贝数表示时, 数与它的倒数之间仅相差一个符号, 即:

$$20\lg K = -20\lg \frac{1}{K}$$

4.  $20\lg N$  值表 (表 1-3)表1-3  $20\lg N$  值表

$N$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0		-40.00	-33.98	-30.46	-27.96	-26.02	-24.44	-23.10	-21.94	-20.92
0.1	-20.0	-19.17	-18.32	-17.72	-17.08	-16.48	-15.92	-15.39	-14.89	-14.42
0.2	-13.98	-13.56	-13.15	-12.77	-12.40	-12.04	-11.70	-11.37	-11.06	-10.76
0.3	-10.46	-10.17	-9.90	-9.63	-9.37	-9.12	-8.87	-8.64	-8.40	-8.18
0.4	-7.96	-7.74	-7.54	-7.33	-7.13	-6.94	-6.74	-6.56	-6.36	-6.20
0.5	-6.02	-5.85	-5.68	-5.51	-5.35	-5.19	-5.04	-4.88	-4.73	-4.58
0.6	-4.44	-4.29	-4.15	-4.01	-3.88	-3.74	-3.61	-3.48	-3.35	-3.22
0.7	-3.10	-2.97	-2.85	-2.73	-2.62	-2.50	-2.38	-2.27	-2.16	-2.05
0.8	-1.94	-1.83	-1.72	-1.63	-1.51	-1.41	-1.31	-1.21	-1.11	-1.01
0.9	-0.92	-0.82	-0.72	-0.63	-0.54	-0.45	-0.35	-0.26	-0.18	-0.09
1.0	0.00	0.09	0.17	0.26	0.34	0.42	0.51	0.59	0.67	0.75
1.1	0.83	0.91	0.98	1.06	1.14	1.21	1.29	1.36	1.44	1.51
1.2	1.58	1.66	1.73	1.80	1.87	1.94	2.01	2.08	2.14	2.21
1.3	2.28	2.35	2.41	2.48	2.54	2.61	2.67	2.73	2.80	2.86
1.4	2.92	2.98	3.05	3.11	3.17	3.23	3.29	3.35	3.41	3.46
1.5	3.52	3.58	3.64	3.69	3.75	3.81	3.86	3.92	3.97	4.03
1.6	4.08	4.14	4.19	4.24	4.30	4.35	4.40	4.45	4.51	4.56
1.7	4.61	4.66	4.71	4.76	4.81	4.86	4.91	4.96	5.01	5.06
1.8	5.11	5.15	5.20	5.25	5.30	5.34	5.39	5.44	5.48	5.53
1.9	5.58	5.62	5.67	5.71	5.76	5.80	5.85	5.89	5.93	5.98

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	6.02	6.44	6.85	7.23	7.60	7.96	8.30	8.63	8.94	9.25
3	9.54	9.83	10.10	10.37	10.63	10.88	11.13	11.36	11.60	11.82
4	12.04	12.26	12.46	12.67	12.87	13.06	13.26	13.44	13.62	13.80
5	13.98	14.15	14.32	14.49	14.65	14.81	14.96	15.12	15.27	15.42
6	15.56	15.71	15.85	15.99	16.12	16.26	16.39	16.52	16.65	16.78
7	16.90	17.03	17.15	17.27	17.38	17.50	17.62	17.73	17.84	17.95
8	18.06	18.17	18.28	18.38	18.49	18.59	18.69	18.79	18.89	18.99
9	19.08	19.18	19.28	19.37	19.46	19.55	19.65	19.74	19.82	19.91

5. 方块图代数法则 (表 1-4)

表 1-4 方块图代数法则

原方块图	等效方块图

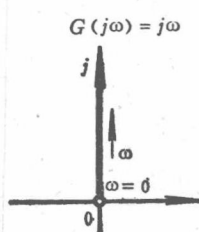
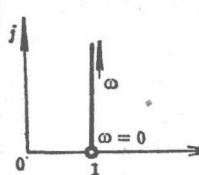
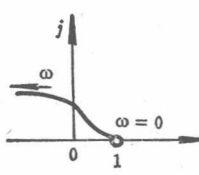
原方块图	等效方块图

- ①  $G = G(s)$ —环节的传递函数;
- 方框图单元;
- ⊗—误差检测器图;
- A、E、C—输入或输出信号, 输入或输出用箭头表示。



## 6. 基本环节特性一览表 (表 1-5)

表1-5 基本环节

环节名称	微分方程	传递函数	幅相特性
微分环节	$x = \frac{dx_\lambda}{dt}$	$G(s) = s$	$G(j\omega) = j\omega$ 
一阶微分环节	$x = T \frac{dx_\lambda}{dt} + x_\lambda$	$G(s) = Ts + 1$	$G(j\omega) = Tj\omega + 1$ 
二阶微分环节	$x = T^2 \frac{d^2x_\lambda}{dt^2} + 2T\zeta \frac{dx_\lambda}{dt} + x_\lambda$	$G(s) = (Ts)^2 + 2T\zeta s + 1$	$G(j\omega) = -(T\omega)^2 + 2T\zeta j\omega + 1$ 
微分环节	$x = T^2 \frac{d^2x_\lambda}{dt^2} + x_\lambda$	$G(s) = (Ts)^2 + 1$	$G(j\omega) = 1 - (T\omega)^2$ 