

機電
產品

江蘇科學技術出版社

機電產品質量檢驗
JIDIANCHANPIN ZHILIANGJIANYAN

質量
檢驗

出版说明

质量检验是产品质量形成过程中的重要环节。它根据产品标准、图样、工艺以及其他技术文件,采用检测、试验等手段,对原材料、外协件、半成品、成品进行测试、鉴别、判定和处理,防止不合格的物品流入生产流程,确保不合格产品不出厂。做好质量检验工作是企业坚持社会主义方向,认真为用户服务的具体体现。

推行质量管理十年来,江苏、河北、江西等省机械工业企业广大职工,在贯彻“预防为主”方针的同时,“防”、“检”结合,认真落实检验的质量职能,严格把好质量关,有效地促进了产品质量的稳定和提高,同时也推动了固有技术与管理技术的发展,加速了企业技术改造的步伐。

在以科技为先导,质量为主线的方针指引下,为适应机电工业产品朝着高科技方向深入发展,需要不断地改进检验方法,扩充和完善检测手段,全面提高检验队伍素质,充分发挥检验质量职能的作用。为了进一步加强机电产品质量的检验工作,我们在总结多年机电产品检测方法和经验的基础上,编写了《机电产品质量检验》。力图使本书成为指导机电工业企业的工程技术人员、检验人员、工人和工厂管理干部提高工厂产品质量,增加经济效益的一本实用的工具书。

全书内容共分二十六章,除介绍质量检验的常用资料、基础知识外,还列举有关原材料、零部件、成品的检验实例,介绍检验标准、检验方法和常见缺陷的分析处理方法。本书全部采用现行标准,理论联系实际,以现场检验为主线,阐明各种正确的检验方法,穿插质量检验经验,力求图文并茂,通俗易懂,具有系统性、规范性、实用性等特点。

我们在编写过程中,曾得到江苏、河北、江西等省市机械、仪表主管部门和有关企事业单位的大力支持和协助,并且参阅和借鉴了一些单位和有关人员的资料。(按姓氏笔划)王玉芳、王金龙、王国良、王熙文、申高禄、孙广来、孙洪发、孔宪鹏、任永言、刘文正、刘晓辉、刘翼诚、许茂德、许敏甫、沈加荣、宋镇南、陆忠义、陈松、陈汉松、陈兆雄、周敏、林邦严、孟宪文、张景炎、施斌才、郑耀栋、钱申伯、高涛、徐初雄、徐炽辉、徐献春、陶诚、陶传家、郭玉明、曹金贵、曹祖庆、梁兴源、梁镇鑫、崔新利、康礼芳、凌桂元、谢明、程震、焦书盛、虞剑、廖斌、薛兴祥、魏文厚等同志为本书提供了宝贵资料和做了大量工作,在此表示衷心的感谢!

由于本书内容广泛,编写时间仓促,加上编者水平有限,尚有不足之处,热忱希望广大读者提出诚挚的意见。

编者

1990年7月于南京

编委会名单

主 编 陶宗智

副主编 刘朝贵 李金琦 孙一奎

主 审 曹志超

审 核 龚增祺 吕元荣 曹 敬 解维天

张时兴 徐兆林 王 炎 杨光有

编 委 (按姓氏笔划)

王钧石 左瑞璋 冯惠英 朱关慰

朱克勤 伍光扬 刘玉春 李 苹

李云喜 李振刚 张 雄 张信友

张慕农 欧朝林 夏继皋 陶正贵

唐本荣 蒋仲富 凌振乾 葛孝贤

穆继东 戴宁生

编 写 毛国柱 胡义中 梁子午 张桂鑫

李守光 丁菊君 韩玉峰 朱建平

奚兆清 徐小林 徐 新 荣亦金

郑志建 张修谦

目 录

第一章 质量检验常用资料

§1.1 质量检验常用资料概述	1
1.1.1 常用数学计算公式	1
1.1.2 标准代号	3
1.1.3 常用计量单位及换算	4
1.1.4 常用单位换算表	11
1.1.5 常用材料密度表	17
§1.2 常用的检验记录和报告	19
1.2.1 检验记录和报告的作用	19
1.2.2 检验记录和报告的种类	19
1.2.3 原始记录和报告的整理和存档	19

第二章 长度测量

§2.1 刻线尺和量块	28
2.1.1 刻线米尺	28
2.1.2 量块	29
§2.2 光滑极限量规	32
2.2.1 光滑极限量规	32
2.2.2 量规的技术要求	34
§2.3 测量长度的通用量具和量仪	34
2.3.1 游标量具	34
2.3.2 测微量具	37
2.3.3 指示式量具	41
2.3.4 机械量仪	43
2.3.5 合理选择计量器具	45
2.3.6 量具使用和维护保养	48
§2.4 光学计	49
2.4.1 0.2 μ m和1 μ m光学计	49
2.4.2 仪器的调整、使用	50
2.4.3 立式光学计的精度分析	51
§2.5 测长仪	52
2.5.1 测长仪	52
2.5.2 测长仪的使用范围	52
2.5.3 测长仪精度分析	53

2.5.4 测长仪的调整和使用	53
§2.6 测长机	57
2.6.1 测长机型式	57
2.6.2 测量	58
2.6.3 测长机的测量范围及示值误差分析	59
§2.7 万能工具显微镜的测量范围及示值误差	61
2.7.1 万能工具显微镜的作用和种类	61
2.7.2 万能工具显微镜常用的三种测量方法	61
2.7.3 测量精度	62
2.7.4 注意事项	63
2.7.5 万能工具显微镜的检定	65
§2.8 气动量仪	65
2.8.1 气动量仪的分类及用途	65
2.8.2 两种常用的气动量仪介绍	65
2.8.3 使用方法	68
§2.9 电感比较仪	69
2.9.1 仪器分类及主要用途	69
2.9.2 电感测微仪的检验	69
2.9.3 使用注意事项	70

第三章 锥度与角度的测量

§3.1 锥度与角度	71
3.1.1 锥度	71
3.1.2 圆锥公差	71
3.1.3 未注明公差角度的极限偏差	74
§3.2 角度和锥度的测量	74
3.2.1 角度量块及附件	74
3.2.2 光学分度头测量角度	76
3.2.3 90°角尺测量角度	76
3.2.4 正弦规测量角度和锥度	77
3.2.5 用钢球或圆柱法测量锥度和角度	79
3.2.6 光学仪器及万能角度尺测量角度	80
3.2.7 角度样板测量角度	82
3.2.8 用锥度量规测量锥度	83

第四章 形状和位置误差的测量

§4.1 有关规定	84
§4.2 形状误差的测量	85
4.2.1 直线度误差的测量	85

4.2.2	平面度误差的测量	89
4.2.3	圆度误差测量	90
4.2.4	圆柱度误差测量	97
4.2.5	线轮廓度误差测量	100
4.2.6	面轮廓度误差测量	101
§4.3	位置误差的测量	102
4.3.1	平行度误差测量	102
4.3.2	垂直度误差测量	107
4.3.3	倾斜度误差测量	112
4.3.4	同轴度误差测量	114
4.3.5	对称度误差测量	115
4.3.6	位置度误差测量	118
4.3.7	圆跳动误差测量	121
4.3.8	全跳动误差测量	124
§4.4	未注形位公差的检测	125

第五章 表面粗糙度测量

§5.1	表面粗糙度参数及其数值	126
5.1.1	表面粗糙度的主要术语及定义	126
5.1.2	表面粗糙度评定参数及其数值	126
§5.2	表面粗糙度新老标准的转换	128
5.2.1	表面粗糙度的代(符)号及其标注	128
5.2.2	表面粗糙度(光洁度)新老标准级别的对照	129
§5.3	表面粗糙度的测量	130
5.3.1	比较法	130
5.3.2	光切法	130
5.3.3	干涉法	131
5.3.4	针描法	132
5.3.5	其他	132

第六章 螺纹的测量

§6.1	螺纹标准概述	133
6.1.1	普通螺纹标准	133
6.1.2	其他螺纹标准	133
§6.2	圆柱螺纹的检测	134
6.2.1	螺纹的综合测量	134
6.2.2	螺纹的单项测量	135
§6.3	锯齿螺纹中径的三针测量	139
6.3.1	锯齿螺纹中径测量的特点	139
6.3.2	锯齿螺纹的三针测量	140

6.3.3 三针直径选择.....	141
§6.4 锥体螺纹的测量.....	141
6.4.1 锥体螺纹的特点和种类	141
6.4.2 锥体螺纹的检测	143

第七章 键和键联接测量

§7.1 键联接的种类、特点及应用范围.....	144
7.1.1 键联接的种类、特点及应用范围	144
7.1.2 键的标准和形状	145
§7.2 键的测量.....	148
7.2.1 平键的测量	148
7.2.2 花键的测量	150

第八章 齿轮测量

§8.1 齿轮标准.....	153
8.1.1 齿轮精度标准	153
8.1.2 齿轮内在质量标准	155
§8.2 齿轮的检测.....	155
8.2.1 齿轮精度检测	155
8.2.2 齿轮内在质量的检测	164
8.2.3 齿轮检测记录表	165
§8.3 缺陷原因分析.....	169
8.3.1 检验误差缺陷的分析	169
8.3.2 齿轮制造误差的缺陷分析	170

第九章 金属材料检验

§9.1 常用金属材料分类.....	173
§9.2 金属材料检验.....	178
9.2.1 金属材料检验依据	178
9.2.2 金属材料检验内容及检验方法	178
9.2.3 金属材料检验程序	178
9.2.4 检验手段建设和委托检验	183
§9.3 金属材料鉴别——钢铁的简易鉴别.....	183
9.3.1 火花试验	184
9.3.2 看谱分析	186
§9.4 金属材料鉴别——化学分析.....	193
9.4.1 重量法测定合金钢中的含钨量	193
9.4.2 容量法测定铝合金中的含锰量	195
9.4.3 络合滴定法测定青铜中的含铝量	196

9.4.4	极谱分析测定铜合金中的含镍、锌量	197
9.4.5	电导法测定钢铁中的含碳量	198
9.4.6	光度法测定钢铁中的含硫量	199
9.4.7	比色法测定钢铁中的含磷(锰、硅)量	199
§9.5	金属材料机械性能试验	200
9.5.1	金属拉伸试验	200
9.5.2	金属冲击试验	202
9.5.3	金属硬度试验	203

第十章 铸造检验

§10.1	铸造的检验	207
10.1.1	工序检验	207
10.1.2	铸件成品检验	209
§10.2	铸件常见缺陷分析及修补	214
10.2.1	灰铸铁件常见缺陷及防止方法	214
10.2.2	铝镁合金铸件常见缺陷和防止方法	217
10.2.3	铸件缺陷的修补	218

第十一章 锻造检验

§11.1	锻件的检验	220
11.1.1	工序检验	220
11.1.2	锻件的成品检验	223
11.1.3	锻件检验举例	225
§11.2	锻件验收的技术条件	229
11.2.1	自由锻件通用技术条件和验收规范	229
11.2.2	胎模锻件和模锻件的技术条件与验收规范	231
§11.3	锻造常见缺陷分析	232

第十二章 焊接检验

§12.1	焊接检验的内容和方法	241
12.1.1	焊前准备工作的检验	241
12.1.2	焊接过程的检验	242
12.1.3	焊后零件的检验	243
§12.2	焊接常见缺陷的分析和防止	254

第十三章 热处理检验

§13.1	热处理的基本方法	257
13.1.1	钢铁热处理的基本方法	257

13.1.2 有色金属热处理的基本方法	257
§13.2 机器零件热处理检验的内容和方法	257
13.2.1 硬度检验	257
13.2.2 外观检验	269
13.2.3 断口检验	269
13.2.4 变形检验	269
13.2.5 金相检验	269
13.2.6 机械性能试验	270
§13.3 热处理工件的质量检验	270
13.3.1 工件热处理前的检验	270
13.3.2 正火、退火与调质件的检验	270
13.3.3 淬火、回火件的检验	272
13.3.4 渗碳、碳氮共渗件的检验	273
13.3.5 渗氮、氮碳共渗件的检验	277
13.3.6 感应加热淬火、回火件的检验	277
§13.4 工具热处理的质量检验	280
13.4.1 工具预备热处理后的质量检验	280
13.4.2 刀具最终热处理的质量检验	282
13.4.3 量具最终热处理的质量检验	288
13.4.4 模具最终热处理的质量检验	291
§13.5 弹簧的热处理及质量检验	294
13.5.1 弹簧的热处理	294
13.5.2 弹簧的质量检验	295
§13.6 热处理常见缺陷分析	296
13.6.1 钢的热处理常见缺陷	296
13.6.2 钢的化学热处理常见缺陷	299
13.6.3 钢制焊件热处理常见缺陷	303
13.6.4 铜合金热处理常见缺陷	303
13.6.5 铝合金热处理常见缺陷	304
13.6.6 镁合金热处理常见缺陷	306

第十四章 表面处理检验

§14.1 表面处理基本知识	308
14.1.1 金属覆盖层	308
14.1.2 化学或电化学覆盖层	308
14.1.3 非金属覆盖层	309
14.1.4 暂时性覆盖层	309
§14.2 表面处理前对零件的质量要求	310
§14.3 表面处理层的外观质量要求	310
§14.4 表面处理层厚度的测定	312

14.4.1 尺寸法.....	312
14.4.2 磁力法.....	312
14.4.3 金相法.....	312
14.4.4 点滴法.....	313
14.4.5 定时液流法.....	314
§14.5 表面处理层防护能力的测定.....	315
14.5.1 耐蚀性的测定.....	315
14.5.2 气孔率的测定.....	317
§14.6 表面处理层结合强度的检验.....	318
§14.7 涂料覆盖层(漆膜)性能的测定.....	318
§14.8 表面处理常见缺陷分析.....	321
14.8.1 电镀层常见缺陷分析.....	321
14.8.2 氧化处理和磷化处理常见缺陷分析.....	326
14.8.3 涂漆层常见缺陷分析.....	330

第十五章 无损探伤

§15.1 磁粉探伤.....	332
15.1.1 磁粉探伤原理及其应用.....	332
15.1.2 对磁粉的要求.....	332
15.1.3 对磁悬液的要求.....	332
15.1.4 磁化方法.....	333
15.1.5 磁化规范.....	334
15.1.6 检验方法.....	335
15.1.7 检验结果的判断.....	336
15.1.8 磁粉探伤设备.....	337
§15.2 渗透探伤.....	337
15.2.1 渗透探伤的原理及应用范围.....	337
15.2.2 渗透探伤的操作程序.....	337
15.2.3 渗透液.....	339
15.2.4 显像剂.....	339
15.2.5 对紫外线光源的要求.....	340
15.2.6 渗透探伤注意事项.....	340
§15.3 射线探伤.....	340
15.3.1 射线种类及产生原理.....	340
15.3.2 射线探伤方法的分类及其原理.....	341
15.3.3 X射线照相方法的应用范围及工作程序.....	341
15.3.4 射线底片上的伪缺陷.....	344

第十六章 紧固件检验

§16.1 验收检查规则.....	345
-------------------	-----

16.1.1 标准应用中的有关说明	345
16.1.2 标准应用实例	346
§16.2 主要抽查项目的检测	348
16.2.1 主要尺寸精度项目的检测	349
16.2.2 机械性能抽查项目的检测	354

第十七章 电气绝缘材料检验

§17.1 电气绝缘材料概述	358
17.1.1 电气绝缘材料的主要用途	358
17.1.2 电气绝缘材料分类	358
§17.2 电气绝缘材料检验	358
17.2.1 检验依据	358
17.2.2 检验规则	359
17.2.3 试验方法	359

第十八章 橡胶制品检验

§18.1 橡胶制品的检验标准及技术要求	368
18.1.1 橡胶制品的检验标准	368
18.1.2 技术要求	369
§18.2 橡胶制品的检验规则和检验方法	370
18.2.1 检验规则	370
18.2.2 胶管检验方法	370
18.2.3 橡胶制品的检验方法	371
18.2.4 橡胶成品的试验	372
18.2.5 橡胶制品检测报告	372
§18.3 模压橡胶制品常见缺陷的分析	372

第十九章 热固性塑料制品检验

§19.1 基本概念	375
19.1.1 热固性塑料的特性	375
19.1.2 常见热固性塑料及其主要用途	375
§19.2 热固性塑料压制品的技术条件	376
19.2.1 主要试验设备及其要求条件	376
19.2.2 热性能试验	376
19.2.3 长时间热老化	377
19.2.4 耐热循环	377
19.2.5 恒温恒湿试验	377
19.2.6 冷状态下的抗冲击	377
§19.3 热固性塑料的检验	377

19.3.1 外观质量检验	377
19.3.2 内应力检验	377
19.3.3 尺寸位置检验	377
19.3.4 材料性能试验	377
19.3.5 制品试验	380
§19.4 热固性塑料制品常见缺陷及其产生原因和防止方法	380

第二十章 滚动轴承的检验

§20.1 滚动轴承的基本知识	383
20.1.1 滚动轴承的基本结构	383
20.1.2 滚动轴承的常用材料	383
20.1.3 滚动轴承的分类、主要性能及用途	383
20.1.4 滚动轴承的代号	386
§20.2 滚动轴承的检验	388
20.2.1 滚动轴承的检验项目	388
20.2.2 滚动轴承的技术标准	389
20.2.3 滚动轴承的抽样检验方法	390
20.2.4 滚动轴承成品的检验程序	392
20.2.5 轴承检查仪器	394
§20.3 滚动轴承损坏的形式及原因	395

第二十一章 仪器仪表检验

§21.1 常用仪器仪表的分类及用途	393
§21.2 常用仪器仪表验收标准代号	397
§21.3 精测仪器的验收使用及常见故障分析	398
21.3.1 圆度仪(JCS—026型)	398
21.3.2 厚度测量仪	400
21.3.3 表面粗糙度检查仪	401
§21.4 工业自动化仪表的验收及常见故障分析	404
21.4.1 流量检测仪表	404
21.4.2 真空测量仪表	406
21.4.3 普通压力表的检验	410
21.4.4 温度测量仪表	412
§21.5 工业气体分析仪器的检验	415
§21.6 光学仪器的验收使用及常见故障分析	417
21.6.1 投影仪	417
21.6.2 金相显微镜	420
21.6.3 偏光显微镜	423
21.6.4 生物显微镜	426

§21.7 实验仪器的使用及维护保养	426
21.7.1 干燥箱	426
21.7.2 盐雾试验箱	427
21.7.3 调温调湿试验箱	429
21.7.4 高低温试验箱	431
21.7.5 冲击试验台	433
21.7.6 振动试验台	434
§21.8 电工电子测量仪器仪表的验收使用及常见故障分析	437
21.8.1 万用表	437
21.8.2 兆欧表	438
21.8.3 绝缘耐压测试仪	439
21.8.4 示波器	440
21.8.5 晶体管特性图示仪	441

第二十二章 液压元件检验

§22.1 常用液压元件的特点、类型和应用	444
§22.2 常用液压元件的检验	446
22.2.1 按标准规定的检验项目与要求	446
22.2.2 液压元件的解剖检验	450

第二十三章 辅助材料检验

§23.1 铸造用辅助材料检验	451
23.1.1 焦炭	451
23.1.2 石灰石	452
23.1.3 原砂	453
23.1.4 耐火材料	453
23.1.5 粘结材料	454
23.1.6 石墨粉	457
23.1.7 滑石粉	457
23.1.8 煤粉	457
23.1.9 煤	458
23.1.10 煤油	458
23.1.11 酒精	458
23.1.12 保温集渣材料	458
23.1.13 树根	459
23.1.14 铁丸	459
§23.2 热处理常用辅助材料检验	459
23.2.1 氯化钡 ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 检验	459
23.2.2 十水四硼酸钠 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 检验	460
23.2.3 氢氧化钠 (NaOH) 检验	460

23.2.4	硅酸钠 (Na_2SiO_3) 检验	461
23.2.5	硫酸 (H_2SO_4) 检验	462
23.2.6	亚硝酸钾 (KNO_2) 检验	462
23.2.7	硝酸钾 (KNO_3) 检验	463
§23.3	其他辅助材料检验	464
23.3.1	油料检验	464
23.3.2	柴油、煤油、汽油检验	467
23.3.3	工艺用油检验	469
23.3.4	涂料检验	471

第二十四章 电机电器产品检验

§24.1	通用检验部分	479
24.1.1	一般检查	479
24.1.2	包装检查	479
24.1.3	绝缘电阻测定	480
24.1.4	绕阻直流电阻测定	481
24.1.5	短时升高电压试验	483
24.1.6	耐电压试验	484
24.1.7	温升试验	485
24.1.8	接地装置检查及接地电阻测定	487
24.1.9	启动特性检验与通电操作试验	489
24.1.10	噪声测量	489
24.1.11	振动测量	490
24.1.12	电气间隙和漏电距离检查	491
24.1.13	湿热试验	492
24.1.14	盐雾试验	493
24.1.15	长霉试验	493
24.1.16	防护等级试验	493
§24.2	专业产品检验部分	497
24.2.1	三相异步电动机检验	497
24.2.2	低压电器检验	501
§24.3	型式试验要求和出厂试验判别	510
24.3.1	型式试验要求	510
24.3.2	出厂试验判断	511

第二十五章 机电产品检验示例

§25.1	金属切削机床产品质量检验	514
25.1.1	重复定位精度试验	514
25.1.2	静刚度试验	515
25.1.3	温升和热变形试验	517

25.1.4	机床的振动试验	523
25.1.5	工作精度的分散度试验	526
25.1.6	负荷试验	530
25.1.7	抗振性切削试验	531
25.1.8	机床噪声的测定	532
25.1.9	金属切削机床清洁度检测方法	534
§25.2	柴油机台架试验(中小功率)	536
25.2.1	台架试验的仪器、仪表和设备	537
25.2.2	台架性能试验	539
25.2.3	内燃机配件产品检验实例——气门检验	558
§25.3	中小型拖拉机产品质量检验	560
25.3.1	中小型拖拉机产品质量检验	560
25.3.2	东风-12型手扶拖拉机整机性能和装配质量检查方法	562
§25.4	低压成套开关设备质量检验	565
25.4.1	试验项目	565
25.4.2	检验方法	565
§25.5	产品测试过程的环节与要素	575
25.5.1	产品测试过程的环节与要素	575
25.5.2	测试工作的依据	575
25.5.3	测试工作的实施	575
25.5.4	测试报告	575

第二十六章 质量检验与质量监督

§26.1	质量检验概述	580
26.1.1	质量检验的涵义和工作程序	580
26.1.2	质量检验的质量职能和质量职能活动	580
26.1.3	检验的分类和内容	594
26.1.4	不合格品的处理	595
26.1.5	抽样检验	598
26.1.6	检验机构及人员	602
§26.2	质量监督	606
26.2.1	质量监督分类	608
26.2.2	质量审核	609
26.2.3	产品质量考核	610
26.2.4	质量信息	611
26.2.5	企业的产品质量执法内容	612

第一章 质量检验常用资料

§1.1 质量检验常用资料概述

质量检验,就是对产品、过程或服务的一种或多种特性进行测量、检查、试验、计量,并将这些特性与规定的要求进行比较的活动。质量检验过程中,为了能迅速准确地作出判断往往需要引用一定公式和查阅有关资料,本章将介绍这些常用的有关资料。

产品质量检验过程所采取的检验方法和手段,以及使用单位的原材料、半成品、成品的质量特性值与规定的质量标准进行比较,都要通过各种图表和原始记录等资料反映出来。它是质量检验常用资料的依据和结晶。随着质量检验的发展,质量检验常用资料也必将不断地丰富和完善。

1.1.1 常用数学计算公式

质量检验常常需要进行数据处理后才能获得检测的结果。数据处理中常用计算公式如下:

一、指 数

$$a^m a^n = a^{m+n}$$

$$a^m \div a^n = a^{m-n}$$

$$(a^m)^n = a^{m \cdot n}$$

$$(ab)^m = a^m \cdot b^m$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^m = \frac{a^m}{b^m}$$

$$a^{\frac{m}{N}} = \sqrt[N]{a^m} = (\sqrt[N]{a})^m$$

$$a^0 = 1$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

二、对 数

若 $a^x = N$, 则 $\log_a N = x$ (N 为数, a 为底, x 为数 N 以 a 为底的对数)。注意 它必须满足 $a > 0$, $a \neq 1$ 条件。

当 $a=10$ 时, 称为常用对数, 写作 $\lg N$;

当 $a=e=2.71828$ 时, 称为自然对数, 写作 $\ln N$ 。

$$\log_a 1 = 0; \log_a a = 1$$

$$\log_a (N_1 N_2) = \log_a N_1 + \log_a N_2$$

$$\log_a \frac{N_1}{N_2} = \log_a N_1 - \log_a N_2$$

$$\log_a (N^n) = n \log_a N$$

$$\log_a \sqrt[n]{N} = \frac{1}{n} \log_a N$$

三、常用对数与自然对数的换算

$$\ln N = \frac{\log N}{\log e} \quad \log e \approx 0.4343$$

$$\log N = 0.4343 \ln N \quad \ln N = 2.3026 \log N$$

四、三角函数 (图1-1)

$$\sin \alpha = \frac{a}{c}, \quad \cos \alpha = \frac{b}{c}, \quad \tan \alpha = \frac{a}{b},$$

$$\cot \alpha = \frac{b}{a}, \quad \sec \alpha = \frac{c}{b}, \quad \csc \alpha = \frac{c}{a}$$

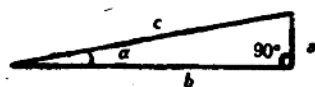


图1-1

五、圆形面积

$$S = \pi R^2$$

六、圆扇形面积 (图1-2)

$$S = \frac{1}{2} LR = \frac{1}{2} a R^2 = \frac{\alpha^\circ \pi R^2}{360^\circ} \approx 0.0087266 R^2 \alpha^\circ$$

式中 L ——扇形弧长;

α ——中心角弧度数;

α° ——中心角的度数。



图1-2

七、圆弓形面积 (图1-3)

$$S = \frac{1}{2} R^2 (\alpha - \sin \alpha) = \frac{1}{2} R^2 \left(\frac{\alpha^\circ \pi}{180^\circ} - \sin \alpha \right) = \frac{R(L-b)+bh}{2}$$

八、环扇形面积 (图1-4)

$$S = \frac{\alpha^\circ \pi}{360^\circ} (R^2 - r^2) = \frac{\alpha^\circ \pi}{180^\circ} p \delta = a \cdot p \cdot \delta$$

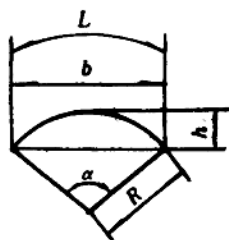


图1-3

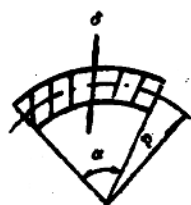


图1-4

式中 α ——中心角;

R ——环的半径 (平均);

δ ——环的宽度。