

离心泵 设计通用技术

Centrifugal Pump Design General Technology

© 牟介刚 谷云庆 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

作者简介

牟介刚 男,1963年4月生,吉林省辉南县人,博士、教授、教授级高工、博士生导师,现任浙江工业大学工业泵研究所所长。1981年至1985年本科于北京农业机械化学院水力机械专业读书,2002年至2005年于浙江大学化工过程机械专业在职攻读博士学位。1985年至2004年于沈阳水泵研究所工作,2004年至今于浙江工业大学工业泵研究所工作,30多年来一直从事泵专业的研究、设计、检测、标准化、教学等方面工作。先后担任的职务为:沈阳水泵研究所副所长兼总工程师、中国机械工程学会泵专业委员会主任委员、全国泵标准化技术委员会副主任委员、国家泵类产品质量检验中心副主任、全国泵产品节能中心主任、中国泵系统绿色节能产业联盟理事长、中国水利企业协会流体装备专业委员会主任委员等各种职务。研究方向为泵类产品的基础理论及工程应用。

主要工作业绩:

科研方面: 完成国家科技部、国家发改委、省部级各种科研项目 20 余项,全部通过验收。

产品方面: 组织 2 个系列产品的全国行业联合设计,完成各种离心泵、混流泵等产品设计 60 余个规格,全部通过鉴定。

论文方面: 在《农业机械学报》、《上海交通大学学报》、《Journal of Central South University》、《World Pumps》等国内外期刊杂志上发表泵方面的学术论文 200 余篇。

专著方面: 出版泵方面著作 7 部,其中 3 部为机械工业出版社出版,4 部为泵行业内部出版。

标准方面: 主持召开全国泵标准化行业会议 10 余次,组织编制、审查泵方面的国家标准、行业标准 100 余项,负责主持制定 GB19762-2007《清水离心泵能效限定值及节能评价值》强制性国家标准。

获奖方面: 获浙江省科技进步一等奖、二等级等各种奖励和表彰 16 项。

专利方面: 申报有关泵方面的发明专利、实用新型专利共计 100 余项,其中 60 余项已获授权。发明专利《新型高效节能泵》ZL200910154110.2 于 2014 年被浙江省知识产权局评为十大具有价值的专利,获第十六届中国专利奖提名。

成果转化: 科研成果广泛应用于泵行业中,产业化产值达 10 亿余元。

离心泵设计通用技术

主 编 牟介刚 谷云庆
副主编 张 韬 任希锋 陈中波 刘 洋



机械工业出版社

本书从离心泵产品的实用性、可操作性设计和制造通用技术角度，为泵行业设计人员提供了全面、系统、准确、可靠、实用的泵产品通用设计技术。主要内容包括泵零部件常用公差配合选择设计、泵零部件表面粗糙度选择设计、泵的防锈方法及产品清洁度、泵产品的表面质量及涂装技术、泵常用的轴承标准件、泵常用的联轴器标准件、泵常用的密封标准件及泵常用的其他标准件。

本书将通用技术与离心泵产品的设计制造完美地结合起来，便于专业读者学习和使用。

本书可供泵行业的产品设计、制造技术人员，以及机械工程、流体机械专业师生学习和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

离心泵设计通用技术/牟介刚, 谷云庆主编. —北京: 机械工业出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-111-59266-2

I. ①离… II. ①牟… ②谷… III. ①离心泵-设计 IV. ①TH311.022

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 038510 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 沈红 臧弋心 责任编辑: 沈红 臧弋心 贺怡

责任校对: 张征 封面设计: 路恩中 黄雅晖

责任印制: 张博

河北鑫兆源印刷有限公司印刷

2018 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·13.5 印张·2 插页·271 千字

0001—1900 册

标准书号: ISBN 978-7-111-59266-2

定价: 69.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

《离心泵设计制造通用技术》编辑委员会

主 编 牟介刚 谷云庆

副主编 张 韬 任希锋 陈中波 刘 洋

参 编 郑水华 周佩剑 吴登昊 任 芸 施郑赞

王浩帅 赵李盼 简 捷 张冯焯 钱 亨

牟成琪 张文奇 刘 涛 杜魏媛 郭跃峰

魏迪波 冯 轩 沈树强 章子成

前 言

离心泵是广泛应用于国民经济建设各个领域的通用机械产品，在产品设计与制造过程中，不仅涉及专用技术，同时还涉及许多方面的通用技术，如通用标准的零部件设计、零部件公差配合设计、零部件表面粗糙度设计、产品防锈方法、产品涂装技术等。这些通用技术对产品的质量、生产成本、技术水平、运行可靠性、使用寿命等方面都有着非常重要的影响，如何将这些通用技术与离心泵产品的设计制造完美地结合，是一件具有实际工作意义的事情。国内的离心泵产品与工业发达国家的产品具有较大的差距，造成这些差距的重要原因之一，便是没有很好地掌握这些通用技术；同时这方面的书籍更是奇缺。因此，进一步深入研究离心泵产品的通用技术，对泵行业技术的提高和相关领域的工作具有非常重要的指导意义。基于此，作者编写了《离心泵设计通用技术》一书。

本书具有理论与实际相结合的特点，对泵零部件常用公差配合选择设计、泵零部件表面粗糙度选择设计、泵的防锈方法及产品清洁度、泵产品的表面质量及涂装技术、泵常用的轴承部件标准件、泵常用的联轴器标准件、泵常用的密封标准件及泵常用的其他标准件等方面内容进行了详细介绍与论述，给出了解决实际问题的具体方法与措施。

本书在编写过程中得到了深圳市金泰然智能卡有限公司的大力支持，在此表示由衷的感谢。

本书可作为泵行业初学者的入门教材，也可作为从事离心泵研究、设计、试验、使用等方面人员的参考资料，同时还可作为流体机械及相关学科本科生、研究生的教材。

本书的出版获得了国家自然科学基金（51779226、51476144、51606167、51609212、51709234）、浙江省公益技术应用研究计划项目（2017C31025）、中国博士后科学基金（2016M601736）、浙江省自然科学基金（LQ15E050005、LQ15E090004、LQ15E090005、LQ17E090005）、浙江工业大学重点教材建设项目、浙江工业大学专著与研究生教材出版基金、2016年度“江苏省博士后科研资助计划”（1601028C）及2016年度浙江工业大学研究生教学改革立项项目（2016136）等项目资助。

由于作者水平有限，书中难免有错误和不当之处，敬请读者批评指正。

编著者

目 录

前言

第 1 章 泵零部件常用公差配合选择设计	1
1.1 基础知识介绍	1
1.1.1 术语和定义	1
1.1.2 部分有关术语和定义的详细说明	3
1.1.3 标准公差	5
1.1.4 基本偏差	7
1.2 一般配合面的选择设计	8
1.3 滚动轴承部分的选择设计	9
1.4 滑动轴承部分的选择设计	9
1.5 一般转动摩擦面的选择设计	10
1.6 螺纹配合的选择设计	10
1.7 零部件密封面的选择设计	11
1.8 未注公差的技术要求	11
1.8.1 线性尺寸的一般公差等级和极限偏差	11
1.8.2 未注角度的技术要求	12
1.8.3 未注螺纹的技术要求	12
1.9 铸件过流部位尺寸公差	13
1.9.1 概述	13
1.9.2 一般技术要求	14
1.9.3 特殊要求	15
1.9.4 水力尺寸检测项目	15
第 2 章 泵零部件表面粗糙度选择设计	25
2.1 表面粗糙度概述	25
2.1.1 表面粗糙度	25
2.1.2 对机械零件的影响	25
2.1.3 对机械设备功能的影响	27
2.1.4 表面粗糙度选用原则	27
2.1.5 世界各国表面粗糙度标准	27
2.2 常用公差配合表面粗糙度选择设计	29
2.3 常用工作表面粗糙度选择设计	32
2.4 常用加工方法可能达到的表面粗糙度等级	35
2.5 表面粗糙度参数值选用推荐	37
2.6 泵配合面的表面粗糙度选择设计	38

2.7 泵滚动轴承部分的表面粗糙度选择设计	41
2.8 泵滑动轴承部分的表面粗糙度选择设计	42
2.9 泵零部件密封面的表面粗糙度选择设计	43
第3章 泵的防锈方法及产品清洁度	44
3.1 产品防锈的技术要求	44
3.2 防锈前处理	44
3.2.1 零件表面清理	44
3.2.2 零部件清洗	44
3.2.3 零部件干燥	45
3.3 产品防锈处理方法	45
3.3.1 产品及零件装备包装时的防锈方法	45
3.3.2 库房防锈方法	50
3.3.3 防锈包装方法	50
3.4 防锈的检验方法	52
3.4.1 零件清洗后表面清洁度的检验	52
3.4.2 防锈处理检查	52
3.5 产品清洁度术语和定义	52
3.5.1 清洁度	52
3.5.2 清洁度限值	53
3.6 清洁度测定方法	53
3.7 泵清洁度限值	53
第4章 泵产品的表面质量及涂装技术	55
4.1 泵产品的外观质量	55
4.1.1 产品表面修整	55
4.1.2 外连接螺栓	56
4.1.3 配管	56
4.1.4 标牌	56
4.2 表面质量的打光要求	56
4.2.1 打光前零件表面质量	56
4.2.2 打光方法	57
4.2.3 打光工艺方法的选用	57
4.2.4 打光工具	57
4.2.5 打光工艺操作规程	59
4.2.6 打光表面质量验收	60
4.3 涂装范围	61
4.4 零部件涂装前期准备	61
4.4.1 表面预处理	61
4.4.2 涂装环境	62
4.5 产品涂装方法与要求	62

4.6	产品涂漆的颜色与厚度	65
4.7	涂装检查	69
第5章	泵常用的轴承部件标准件	70
5.1	滑动轴承部件 B1207-72	70
5.1.1	滑动轴承甲部件	70
5.1.2	滑动轴承乙部件	72
5.2	干油滚动轴承部件 B1204-84	76
5.2.1	干油滚动轴承甲部件	76
5.2.2	干油滚动轴承乙部件	77
5.3	托架部件 B1201-90	80
5.4	油位计部件 B1301-82 (72)	81
5.4.1	油位计部件 B1301-72	81
5.4.2	油位计部件 B1301-82	84
5.5	悬架部件 B1208-82	88
5.5.1	悬架部件 B1208-82	88
5.5.2	油孔盖 B1208-82-03	90
5.6	悬架部件 B1208A-89	90
5.7	悬架部件 B1209-82	92
5.8	悬架部件 B1210G-96	94
5.9	防尘盘 B2110-67	96
5.10	挡水圈 B2107-82 (66)	98
5.10.1	挡水圈 B2107-66	98
5.10.2	挡水圈 B2107-82	99
5.11	挡水圈 B2107A-84	100
5.12	螺塞 B3301-72	101
5.13	管堵 B3303-66	102
5.14	管背帽 B3304-84	103
5.15	油孔盖 B5106-72	104
5.16	气孔盖 B5106-82	105
第6章	泵常用的联轴器标准件	107
6.1	柱销弹性联轴器 B1101-84	107
6.1.1	柱销弹性联轴器 B1101-84	107
6.1.2	泵联轴器	109
6.1.3	电动机联轴器	111
6.1.4	柱销 B1101-66-3	113
6.1.5	弹性圈 B1101-66-4	114
6.1.6	挡圈 B1101-66-5	115
6.2	爪形加长联轴器 B1103-82	116
6.2.1	爪形加长联轴器 B1103-82	116

6.2.2	泵联轴器	118
6.2.3	爪形联轴器	119
6.2.4	中间联轴器	121
6.2.5	电动机联轴器	122
6.3	弹性块 B1104-66	124
6.4	联轴器罩	125
6.4.1	联轴器罩 B1105-82	125
6.4.2	联轴器罩 B1105-82B	126
6.4.3	联轴器罩 B1105-89	129
6.4.4	联轴器罩 B1105-89C	130
第7章 泵常用的密封标准件		135
7.1	机械密封端盖	135
7.1.1	机械密封端盖(平衡型) B2111-82	135
7.1.2	机械密封端盖(不平衡型) B2111-82	136
7.2	机械密封端盖 B2111A-96(89)	138
7.2.1	机械密封端盖 B2111A-89	138
7.2.2	机械密封端盖(平衡型) B2111A-96	140
7.2.3	机械密封端盖(不平衡型) B2111A-96	141
7.3	软填料密封部件 B8102-96(82)	143
7.3.1	软填料密封部件 B8102-82	143
7.3.2	软填料密封部件 B8102-96	145
7.4	填料密封部件 B8102A-89	146
7.5	单端面机械密封部件 B8102-96(82)	147
7.5.1	单端面机械密封部件 B8102-82	147
7.5.2	单端面机械密封部件 B8102-96	150
7.6	机械密封部件 B8102A-89	151
7.7	双端面机械密封部件 B8102-82	153
7.8	轴套 B2213-82	156
7.9	轴套 B2214-82	157
7.9.1	轴套(平衡型) B2214-82	157
7.9.2	轴套(不平衡型) B2214-82	159
7.10	填料压盖 B2101-82(72)	160
7.10.1	填料压盖 B2101-72	160
7.10.2	填料压盖 B2101-82	162
7.11	填料压盖 B2101A-82	163
7.12	填料压盖 B2101B-96(89)	164
7.12.1	填料压盖 B2101B-89	164
7.12.2	填料压盖 B2101B-96	165
7.13	填料环 B2102-82(70)	166

7. 13. 1 填料环 B2102-70	166
7. 13. 2 填料环 B2102-82	168
7. 14 填料环 B2102A-96	169
7. 15 水冷填料压盖 B2103-72	170
7. 15. 1 水冷填料压盖 B2103-72	170
7. 15. 2 压盖套 B2103-72-1	172
7. 15. 3 压盖上 B2103-72-2	172
7. 15. 4 压盖下 B2103-72-3	173
第 8 章 泵常用的其他标准件	175
8. 1 悬架支架 B5111-82	175
8. 2 中间支架 B5112-96 (82)	177
8. 2. 1 中间支架 B5112-82	177
8. 2. 2 中间支架 B5112-96	179
8. 3 冷却室盖 B7103-89	181
8. 4 集液盘 B5109-82	182
8. 5 弹簧座 B2215-89	184
8. 6 泵标牌 B2401-67	185
8. 7 转向牌 B2402	187
8. 8 水封管接头 B3201	188
8. 9 胶管接头 B3202-84	191
8. 10 轴套螺母 B2204-72	192
8. 11 叶轮螺母 B2206-82	193
8. 12 叶轮螺母 B2207-90 (82)	195
8. 12. 1 叶轮螺母 B2207-82	195
8. 12. 2 叶轮螺母 B2207-90	196
8. 13 止动垫圈 B2208-90 (82)	196
8. 13. 1 止动垫圈 B2208-82	196
8. 13. 2 止动垫圈 B2208-90	197
8. 14 密封环 B2104A-84	199
8. 15 密封环 B2106-82 (72)	200
8. 15. 1 密封环 B2106-72	200
8. 15. 2 密封环 B2106-82	201
参考文献	204

第 1 章 泵零部件常用公差配合选择设计

泵产品零部件公差配合的选择设计是很重要的,对整体产品的质量、运行的可靠性、内特性和外特性都有至关重要的影响。对于工作压力小于 25MPa、温度低于 200℃ 的离心泵产品相互配合的零部件,本章对其公差配合的选择设计给出了推荐意见,高温高压的离心泵和特殊泵亦可参照使用。

1.1 基础知识介绍

1.1.1 术语和定义 (见表 1-1)

表 1-1 术语和定义

序号	术语	定 义
1	尺寸要素	由一定大小的线性尺寸或角度尺寸确定的几何形状
2	实际(组成)要素	由接近实际(组成)要素所限定的工件实际表面的组成要素部分
3	提取组成要素	按规定方法,由实际(组成)要素提取有限数目的点所形成的实际(组成)要素的近似替代
4	拟合组成要素	按规定方法,由提取组成要素形成的并具有理想形状的组成要素
5	轴	通常,指工件的圆柱形外尺寸要素,也包括非圆柱形的外尺寸要素(由两平行平面或切面形成的被包容面)
6	基准轴	在基轴制配合中选做基准的轴 注:对本标准,即上极限偏差为零的轴
7	孔	通常,指工件的圆柱形内尺寸要素,也包括非圆柱形的内尺寸要素(由两平行平面或切面形成的包容面)
8	基准孔	在基孔制配合中选做基准的孔 注:对本标准,即下极限偏差为零的孔
9	尺寸	以特定单位表示线性尺寸值的数值
10	公称尺寸	由图样规范确定的理想形状要素的尺寸 注:1. 通过它应用上、下极限偏差可计算出极限尺寸 2. 公称尺寸可以是一个整数或一个小数,例如 32, 15, 8.75, 0.5, ……
11	提取组成要素的局部尺寸	一切提取组成要素上两对应点之间距离的统称 注:为方便起见,可将提取组成要素的局部尺寸简称为提取要素的局部尺寸
12	提取圆柱面的局部尺寸	要素上两对应点之间的距离。其中:两对应点之间的连线通过拟合圆心;横截面垂直于由提取表面得到的拟合圆柱面的轴线
13	两平行提取表面的局部尺寸	两平行对应提取表面上两对应点之间的距离。其中,所有对应点的连线均垂直于拟合中心平面;拟合中心平面是由两平行提取表面得到的两拟合平行平面的中心平面(两拟合平行平面之间的距离可能与公称距离不同)
14	极限尺寸	尺寸要素允许的尺寸的两个极端。提取组成要素的局部尺寸应位于其中,也可达到极限尺寸

(续)

序号	术语	定 义
15	上极限尺寸	尺寸要素允许的最大尺寸 注:在以前的版本中,上极限尺寸称为上极限尺寸
16	下极限尺寸	尺寸要素允许的最小尺寸 注:在以前的版本中,下极限尺寸称为下极限尺寸
17	极限制	经标准化的公差与偏差制度
18	零线	在极限与配合图解中,表示公称尺寸的一条直线,以其为基准确定偏差和公差。通常,零线沿水平方向绘制,正偏差位于其上,负偏差位于其下
19	偏差	某一尺寸减其公称尺寸所得的代数差
20	极限偏差	上极限偏差和下极限偏差 注:轴的上、下极限偏差代号用小写字母 es, ei 表示;孔的上、下极限偏差代号用大写字母 ES, EI 表示
21	上极限偏差(ES, es)	上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差 注:在以前的版本中,上极限偏差称为上偏差
22	下极限偏差(EI, ei)	下极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差 注:在以前的版本中,下极限偏差称为下偏差
23	基本偏差	在本标准极限与配合制中,确定公差带相对零线位置的那个极限偏差 注:它可以是上极限偏差或下极限偏差,一般为靠近零线的那个偏差
24	尺寸公差(简称公差)	上极限尺寸减下极限尺寸之差,或上极限偏差减下极限偏差之差。它是允许尺寸的变动量 注:尺寸公差是一个没有符号的绝对值
25	标准公差(IT)	在本标准极限与配合制中,所规定的任一公差 注:字母 IT 为“国际公差”的英文缩略语
26	标准公差等级	在本标准极限与配合制中,同一公差等级(如 IT7)对所有公称尺寸的一组公差被认为具有同等精确程度
27	公差带	在公差带图解中,由代表上极限偏差和下极限偏差或上极限尺寸和下极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。它是由公差大小和其相对零线的位置(如基本偏差)来确定
28	标准公差因子(i, I)	在本标准极限和配合制中,用以确定标准公差的基本单位,该因子是公称尺寸的函数 注:1. 标准公差因子 i 用于公称尺寸 0~500mm 的情况 2. 标准公差因子 I 用于公称尺寸大于 500mm 的情况
29	间隙	孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为正
30	最小间隙	在间隙配合中,孔的下极限尺寸与轴的上极限尺寸之差
31	最大间隙	在间隙配合或过渡配合中,孔的上极限尺寸与轴的下极限尺寸之差
32	过盈	孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负
33	最小过盈	在过盈配合中,孔的上极限尺寸与轴的下极限尺寸之差
34	最大过盈	在过盈配合或过渡配合中,孔的下极限尺寸与轴的上极限尺寸之差
35	配合	公称尺寸相同的,相互结合的孔和轴公差带之间的关系
36	间隙配合	具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之上
37	过盈配合	具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之下
38	过渡配合	可能具有间隙或过盈的配合。此时,孔的公差带与轴的公差带相互交叠
39	配合公差	组成配合的孔、轴公差之和。它是允许间隙或过盈的变动量 注:配合公差是一个没有符号的绝对值

(续)

序号	术语	定义
40	配合制	同一极限制的孔和轴组成配合的一种制度
41	基轴制配合	基本偏差为一定的轴的公差带,与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度 对本标准极限与配合制,是轴的上极限尺寸与公称尺寸相等,轴的上极限偏差为零的一种配合制
42	基孔制配合	基本偏差为一定的孔的公差带,与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度 对本标准极限与配合制,是孔的下极限尺寸与公称尺寸相等,孔的下极限偏差为零的一种配合制

注:表中“本标准”指 GB/T 1800.1—2009。

1.1.2 部分有关术语和定义的详细说明

1. 轴、孔

如图 1-1 所示,上方的光滑圆柱形外、内尺寸要素是轴、孔,这很容易理解;而它们也包括非圆柱形的外、内尺寸要素(由两平行平面或切面形成的被包容面、包容面),这就较难理解了。

中间注尺寸的普通平键键宽的两平行平面,按照轴的定义为外尺寸要素;注尺寸键槽宽的两平行平面,按照孔的定义为内尺寸要素。图 1-1 下方注尺寸的矩形花键轴轴键宽的两平行平面,以及其大、小径相对应的断续圆柱形外表面,按照轴的定义均为外尺寸要素;注尺寸的矩形内花键键槽宽的两平行平面,以及其大、小径相对应的断续圆柱形内表面,按照孔的定义均为内尺寸要素。之所以把轴、孔的定义这样扩大,主要是为了便于对这种具有被包容面性质的单一尺寸采用轴的公差带,对这种具有包容面性质的单一尺寸采用孔的公差带。

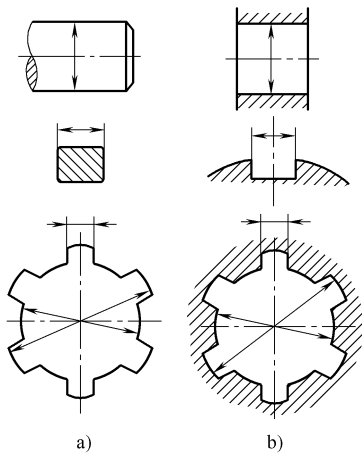


图 1-1 轴与孔图解

a) 轴 b) 孔

2. 偏差和尺寸公差

由表 1-1 可知,偏差是以某一尺寸为被减数,其公称尺寸为减数,两者相减所得的代数差。按照代数学定义: a 与 b 两个数无论是正还是负, $a-b$ 即称为 a 与 b 的代数差;而算术差为一个数减去一个较小的数之差。上极限尺寸、下极限尺寸或实际尺寸都有可能比公称尺寸大,有可能比公称尺寸小,也可能与公称尺寸相等,所以此处用代数差是合适的。

尺寸公差是一个没有数学性质符号的绝对值,其图解如图 1-2 所示。无论公称尺寸为 50mm 的两个极限偏差均为正、均为负、一正一负、一正一零或一零一负,

其尺寸公差均为 0.02mm 这样一段允许尺寸的变动量。按照代数学定义，不管数的符号为正还是为负，数的绝对值只讲其大小。据此，不应把尺寸公差作为正值，不能在尺寸公差数值之前冠以正号，若把尺寸公差称作“正公差”或“负公差”，那就更是错误的了。

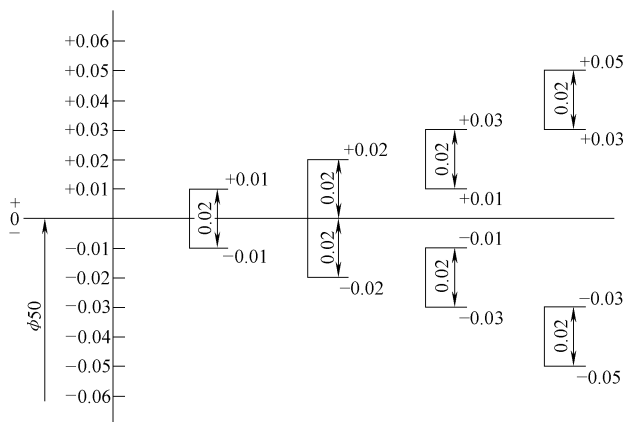


图 1-2 尺寸公差图解

3. 标准公差等级

标准公差等级在极限与配合制中，应是对尺寸精确程度所做的一种排序，宜理解为标准公差分级；而“同一公差等级（如 IT7）对所有公称尺寸的一组公差被认为具有同等精确程度”只是对其进一步说明。GB/T 1800.1—2009 只把上述“进一步说明”作为标准公差等级的定义，作者认为有所不足。

4. 标准公差因子

标准公差因子是确定标准公差的基本单位，公称尺寸至 500mm 的标准公差因子计算式为： $i=0.45\sqrt[3]{D}+0.001D$ ；公称尺寸（大于）500~3150mm 的标准公差因子计算式为： $I=0.004D+2.1$ 。由上述两个计算式可知，无论标准公差因子 i 或 I ，它们都是公称尺寸 D （公称尺寸段的几何平均值）的函数；式中 D 以 mm 为单位代入，计算结果以 μm 表示（式中已经过单位换算）。各标准公差等级的公差数值（公称尺寸至 500mm 的 IT01~IT4 除外）均为该标准公差因子 i 或 I 的若干倍，且经过该标准中规定的修约规则而得。

5. 间隙、过盈

由表 1-1 可知，无论间隙或过盈，孔的尺寸均作为被减数，相配合的轴的尺寸均作为减数，间隙是两者之差为正，过盈是两者之差为负。

在代数学中，一个数由其值与数学性质符号（正或负）所构成，如“+2”或“-2”这两个数，其大小均为 2。在间隙或过盈计算中，如孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸为“+0.02mm”，则表示此配合的间隙为 0.02mm；如孔的尺寸减去相配

合的轴的尺寸为“-0.02mm”，则表示配合的过盈为0.02mm；如某一配合孔与轴之差为“-0.035mm”，另一配合孔与轴之差为“-0.001mm”，前者表示过盈为0.035mm，后者表示过盈为0.001mm，自然前者过盈大，后者过盈小。

6. 配合

GB/T 1800.1—2009 对此术语基本采用原来标准 GB/T 1800.1—1997 的定义，该定义与 ISO/286—1:1988 国际标准相应术语的定义不同。由表 1-1 可知，它是指公称尺寸相同的，相互结合的孔和轴公差带之间的相对位置关系，如图 1-3 所示。它不是指单个孔与单个轴的结合关系，而是从区分配合类别的角度进行定义的。孔的公差带在轴的公差带之上的，为间隙配合（见图 1-3a）；孔的公差带在轴的公差带之下的，为过盈配合（见图 1-3b）；孔的公差带与轴的公差带相互重叠的，为过渡配合（见图 1-3c）。单个孔与单个轴相互结合后只能具有间隙或者具有过盈，不可能过渡其间，如有间隙，则该结合可能属于间隙配合类，也可能属于过渡配合类；如有过盈，则该结合可能属于过盈配合类，也可能属于过渡配合类。

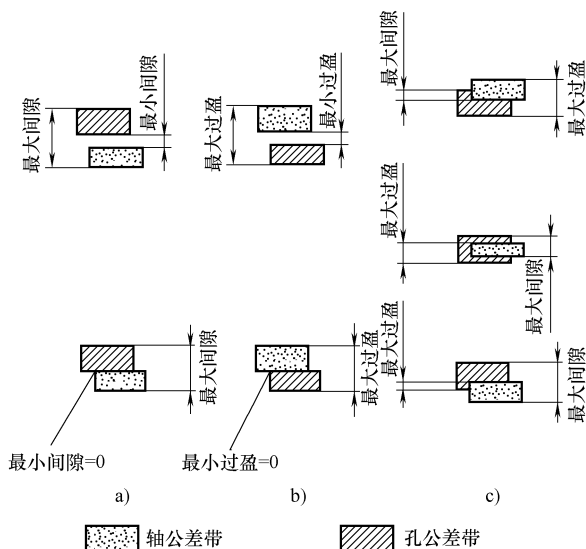


图 1-3 配合类别

a) 间隙配合 b) 过盈配合 c) 过渡配合

1.1.3 标准公差

GB/T 1800.1—2009 规定标准公差等级代号用符号 IT（国际公差 International Tolerance 的缩略语）和数字组成，如 IT7。当其与代表基本偏差的字母一起组成公差带时，省略 IT 字母，如 h7。

GB/T 1800.1—2009 将标准公差分为 IT01、IT0、IT1 ~ IT18 共 20 级。GB/T 1800.1—2009 的正文列出了公称尺寸至 3150mm 的 IT1 ~ IT18 级的标准公差数值，见表