

机械设计

Roloff/Matek Maschinenelemente Tabellen

表格手册

(原书 · 第16版)

D. 穆 斯 (Dieter Muhs)
H. 维 特 (Herbert Wittel)
(德) M. 贝 克 (Manfred Becker) 编著
D. 亚纳许 (Dieter Jannasch)
J. 弗斯克 (Joachim Voßiek)

孔建益 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机 械 设 计

Roloff/Matek Maschinenelemente

(原书·第16版)

表 格 手 册

Tabellen

D. 穆斯 (Dieter Muhs)

H. 维特 (Herbert Wittel)

(德) M. 贝克 (Manfred Becker)

D. 亚纳许 (Dieter Jannasch)

J. 弗斯克 (Joachim Voßiek)

孔建益 译

编著



机 械 工 业 出 版 社

呈现在您面前的这本《机械设计 表格手册》(原书·第16版)是德国标准的机械设计手册,它与教材《机械设计》(原书·第16版)配套。全面收录了计算和设计所必需的数据、图表、标准摘要和设计经验,该手册结构紧凑、形式清晰,快捷可靠,便于查阅。

Originally published in the German language by Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, 65189 Wiesbaden, Germany, as “Dieter Muhs, Herbert Wittel, Manfred Becker, Dieter Jannasch, Joachim Voßiek, Roloff/Matek Maschinenelemente. 16. Auflage (16th edition)”.

© Friedr. Vieweg & Sohn Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2003
Authorized Simplified Chinese Edition is published by CMP.

All Rights Reserved.

本书中文简体版由德国出版社授权机械工业出版社独家出版发行。

版权所有,侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2004-4546

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:余 皞 责任编辑:余 皞

版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:马精明 责任印制:乔 宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2012年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·58.5印张·1485千字

标准书号:ISBN 978-7-111-32530-7

定价:119.80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

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

目 录

第 1 章 概论和设计基础	1
TB 1-1 通用机械制造用钢的选择	1
TB 1-2 铁碳铸造材料	7
TB 1-3 非铁金属	11
TB 1-4 塑料	15
TB 1-5 一般用途的热轧扁钢 (DIN 1017-1)	18
TB 1-6 圆钢	18
TB 1-7 薄板钢材 (摘录)	19
TB 1-8 热轧等边角钢 (EN 10056-1)	20
TB 1-9 热轧不等边角钢 (EN 10056-1)	22
TB 1-10 热轧圆角槽钢 (DIN 1026)	23
TB 1-11 热轧工字钢 (DIN 1025 摘录)	24
TB 1-12 热轧等边 T 型钢 (带圆角和过渡, DIN EN 10055)	26
TB 1-13 空心型钢	27
TB 1-14 摩擦因数	29
TB 1-15 与长度比例尺有关的比例尺、等比和系列化	30
TB 1-16 标准数 (DIN 323)	31
第 2 章 公差、配合、表面质量	33
TB 2-1 标准公差 IT (摘自 DIN ISO 286 T1)	33
TB 2-2 外表面 (轴) 的基本偏差值 (DIN ISO 286 T1 摘录)	34
TB 2-3 内配合表面 (孔) 的基本偏差值 (DIN ISO 286 T1 摘录)	35
TB 2-4 基孔制配合 (DIN ISO 286 T2 摘录)	36
TB 2-5 基轴制配合 (DIN ISO 286 T2 摘录)	38
TB 2-6 一般公差 (DIN ISO 2768 T1)	40
TB 2-7 形状公差 (DIN ISO 1101 摘录)	40
TB 2-8 位置公差 (DIN ISO 1101 摘录)	41
TB 2-9 配合的应用示例	43
TB 2-10 切削加工表面 R_z 和 R_a 的对应关系 (DIN 4768 T1)	44
TB 2-11 不同公称尺寸、公差等级和表面功能的表面粗糙度 R_z 的推荐值 (勒胡施公司资料)	44
TB 2-12 各种加工方法的表面粗糙度 (DIN 4766 T1 和 T2 摘录)	45
第 3 章 强度计算	46
TB 3-1 持久极限图	46
TB 3-2 材料强度极限值的计算系数和塑性形状系数	49
TB 3-3 起重机制造的许用应力 (DIN 15018, 一般应力校核)	49
TB 3-4 主要承受静载荷的铝结构的许用应力 (DIN 4113-1 和 DIN 4113-1/Al T1 摘录)	50
TB 3-5 使用 (工作) 系数 K_A 的近似值	51

TB 3-6	切口形状系数 α_k	52
TB 3-7	应力分散系数	54
TB 3-8	应力集中系数 (近似值)	55
TB 3-9	应力集中系数	56
TB 3-10	表面粗糙度影响系数 K_0	58
TB 3-11	尺寸影响系数 K	58
TB 3-12	表面强化影响系数 K_v , 用于钢的参考值	60
TB 3-13	计算平均应力敏感性的系数	60
TB 3-14	安全系数, 最小值	61
第 4 章	粘接	62
TB 4-1	表面处理办法	62
TB 4-2	粘结剂 (摘自 VDI-准则 2229)	63
第 5 章	钎焊	64
TB 5-1	部分钎料及其用途	64
TB 5-2	钎焊缝隙宽度参考值	65
TB 5-3	硬钎焊的抗拉和抗剪强度 (DIN 8525) (德古沙公司资料)	65
第 6 章	焊接	66
TB 6-1	焊缝的表示方法 (DIN EN 22553)	66
TB 6-2	主要承受静载荷的对焊和角焊缝的推荐检测等级 (DIN EN 25817) (DVS-须知 0705)	68
TB 6-3	焊接结构的一般公差 (DIN EN ISO 13920)	69
TB 6-4	焊点的许用距离 (DIN 18801)	69
TB 6-5	钢结构用轧材和铸钢的材料特征值 (DIN 18800-1)	70
TB 6-6	钢结构焊缝的许用应力 $\sigma_{w\ zul}$ ($\tau_{w\ zul}$) (DIN 18800-1) (焊缝极限应力)	70
TB 6-7	完全对中承受压应力的单面和双面支承板条的极限值 $(b/t)_{\text{grenz}}$	71
TB 6-8	压杆横截面与 TB 6-9 给出的纵弯曲线之间的对应关系 (DIN 18800-1)	72
TB 6-9	纵弯缩减系数 κ (适用于 TB 6-8 给出的横截面的纵弯曲线 a 、 b 、 c 和 d)	72
TB 6-10	纵弯力矩系数 β_m (DIN 18800-1 摘录)	73
TB 6-11	起重机制造一般应力校核的焊缝许用应力 (DIN 15018-1)	73
TB 6-12	机械制造中焊接结构设计示例 (DS 952 01)	74
TB 6-13	机械制造中焊接的许用应力 (DS 952 01)	76
TB 6-14	机械制造中焊接零件的厚度系数 (DS 952 01)	76
TB 6-15	温度升高时压力容器的强度特征值 K	77
TB 6-16	压力容器计算温度 (AD 须知 B0)	79
TB 6-17	压力容器安全系数 (AD 须知 B0 摘录)	79
TB 6-18	平板和底的计算系数 C (AD 须知 B5 摘录)	79
第 7 章	铆接	80
TB 7-1	用于安装的连接件的简化表示方法 (DIN ISO 5845-1)	80
TB 7-2	铆接和螺纹连接的许用边距和孔距	81
TB 7-3	带拉断芯杆的盲头铆钉 (DIN 7337)	81
TB 7-4	钢结构和起重机制造中的铆接参数参考值	82
TB 7-5	S235 (S355) 制造的带孔零件的许用交变应力 (DIN 15018-1)	83
TB 7-6	热塑性塑料铆接的许用应力 (根据埃尔哈特/斯特里克勒)	83

第 8 章 螺纹联接	84
TB 8-1 国际标准米制螺纹 (粗牙螺纹) (DIN 13 T1 摘录)	84
TB 8-2 国际标准米制细牙螺纹 (DIN 13 T2 摘录)	85
TB 8-3 国际标准米制梯形螺纹 (DIN 103 摘录)	86
TB 8-4 螺栓性能等级、材料和力学性能 (DIN EN 20898 摘录)	87
TB 8-5 部分标准螺栓分类 (DIN ISO 1891)	88
TB 8-6 部分标准螺母分类 (DIN ISO 1891)	90
TB 8-7 部分螺纹联接张紧附件分类 (DIN ISO 1891)	91
TB 8-8 六角头螺栓联接的结构尺寸 (摘自 DIN 标准)	92
TB 8-9 圆柱头和沉头螺钉联接的结构尺寸 (摘自 DIN 标准)	94
TB 8-10 压陷量和极限压强的参考值 (VDI 2230)	96
TB 8-11 拧紧系数 k_A 的参考值 (VDI 2230)	97
TB 8-12 各种表面和润滑状态下螺纹联接的摩擦因数	97
TB 8-13 用于螺栓预选的参考值	99
TB 8-14 各种总摩擦因数 μ_{ges} 下的螺纹销钉和弹性螺栓的张紧力 F_{sp} 和张紧力矩 M_{sp}	99
TB 8-15 不通孔螺纹的旋入长度 l_e	100
TB 8-16 螺栓防松有效性 (根据鲍尔和肖特·卡谢尔)	100
TB 8-17 钢结构用高强度螺栓的预紧力和拧紧力矩 (DIN 18800 T7)	101
TB 8-18 螺旋传动的许用压强 p_{zul} 的参考值	101
第 9 章 轴销联接、销联接和安全零件	102
TB 9-1 低滑动速度 (如铰链转动中心) 下的许用平均压强 (轴承压力) 的参考值	102
TB 9-2 部分轴销 (DIN EN 22340 (ISO 2340)、DIN EN 22341 (ISO 2341) 和 DIN 1445)	102
TB 9-3 非硬化圆柱销尺寸 (DIN EN ISO 2338 摘录)	103
TB 9-4 双层销联接的最小剪切力 (根据 DIN EN 28749 进行剪切试验, 加载直至断裂)	103
TB 9-5 部分定位垫圈和支承垫圈的尺寸 (DIN 988 摘录)	103
TB 9-6 部分定位环 (DIN 705)	103
TB 9-7 部分弹性挡圈 (安全环) (DIN 471 和 DIN 472) (原理结构)	104
第 10 章 弹簧	106
TB 10-1 部分弹簧材料强度的参考值	106
TB 10-2 圆弹簧钢丝	107
TB 10-3 冷成形扭转弹簧的许用弯曲应力	108
TB 10-4 扭转弹簧的应力系数 q	108
TB 10-5 C 级铅浴拉伸弹簧丝制成的圆柱扭转弹簧的疲劳强度图	108
TB 10-6 碟簧 (DIN 2093 摘录)	108
TB 10-7 用来估计碟簧组弹簧力的摩擦因数 w_M (w_R)	110
TB 10-8 碟簧, 特征值和相对值	111
TB 10-9 50CrV4 制成的碟簧的持久极限图和疲劳极限图	112
TB 10-10 圆截面扭杆弹簧	112
TB 10-11 按 DIN 17223 或 DIN 17221 规定的材料制成的压缩弹簧在静载下的许用应力	113
TB 10-12 螺旋压缩弹簧的理论抗弯极限 (DIN 2089 T1)	113
TB 10-13 C 级和 D 级铅浴拉伸弹簧钢丝冷成形制成的螺旋 压缩弹簧的持久极限图 (DIN 17223 T1)	114
TB 10-14 调质弹簧钢丝 (FD) 冷成形制成的螺旋压缩弹簧的持久极限图 (DIN 17223 T2)	114

TB 10-15	调质阀门弹簧钢丝 (VD) 冷成形制成的螺旋压缩弹簧 的持久极限图 (DIN 17223 T2)	114
TB 10-16	具有磨削或硬化表面的不锈钢热成形制成的螺旋压缩弹簧的持久 和疲劳极限图 (DIN 17221)	115
TB 10-17	弹性和切变模量与工作温度的关系	115
TB 10-18	热成形压缩弹簧在 $R_m = 1500 \text{ N/mm}^2$, 工作温度下 48h 后的松弛曲线	115
TB 10-19	按 DIN 17223 或 DIN 17221 规定的材料制成的拉伸弹簧在静载下的许用应力	115
第 11 章 心轴、转轴和轴颈		116
TB 11-1	圆柱形轴端 (DIN 748 T1 摘录)	116
TB 11-2	带外螺纹的圆锥形轴端 (DIN 1448 T1 摘录)	116
TB 11-3	各种常见轴横截面的极惯性矩和抗弯 (扭) 截面系数 (近似值)	117
TB 11-4	退刀槽 (DIN 509 摘录)	118
TB 11-5	许用变形的参考值	118
TB 11-6	等截面心轴和转轴的支反力和挠度	119
第 12 章 轴毂联接件		121
TB 12-1	轴毂联接 (用于初步设计)	121
TB 12-2	平键联接参数	122
TB 12-3	矩形花键联接	123
TB 12-4	渐开线花键联接	124
TB 12-5	多边形轮廓的尺寸	125
TB 12-6	结合系数, 泊松比和线膨胀系数, 最大结合温度	125
TB 12-7	钢制实心轴的辅助系数 K 的确定	126
TB 12-8	圆锥 (DIN 254 摘录)	127
TB 12-9	圆锥弹性环 (企业标准摘录)	127
TB 12-10	压紧盘 (企业标准摘录)	128
第 13 章 联轴器、离合器和制动器		130
TB 13-1	盘形联轴器 (DIN 116, 形状 A, B 和 C)	130
TB 13-2	全金属弯曲补偿式联轴器 (托马斯联轴器, 923 型, 企业标准)	130
TB 13-3	弹性牙嵌式联轴器 (N-欧伊派克斯联轴器, B 型, 企业标准)	131
TB 13-4	弹性牙嵌式联轴器 (哈德弗莱克斯联轴器, XW1 型, 企业标准)	131
TB 13-5	高弹性凸缘式联轴器 (拉达弗莱克斯联轴器, 300 型, 企业标准)	132
TB 13-6	机械操纵 BSD 多盘式离合器 (493 型和 491 型, 企业标准)	132
TB 13-7	电磁操纵 BSD 多盘式离合器 (100 型, 企业标准)	133
TB 13-8	转角补偿式联轴器的设计系数 (DIN 740 T2)	133
TB 13-9	定位制动器 “ROBA-Stopp” (企业标准)	134
第 14 章 滚动轴承和滚动轴承支承		135
TB 14-1	滚动轴承的尺寸系列	135
TB 14-2	额定动载荷 C 和额定静载荷 C_0 (FAG 公司 1995 年资料)	138
TB 14-3	径向动载荷系数 X 、轴向动载荷系数 Y 、径向静载荷系数 X_0 、 轴向静载荷系数 Y_0 (摘自 DIN 622)	142
TB 14-4	滚动轴承的转速系数 f_n	143
TB 14-5	滚动轴承的寿命系数 f_L	144
TB 14-6	硬度影响系数 f_H	144

TB 14-7	各类机械所要求的 f_L 值 (FAG 公司资料) 及其对应的轴承额定寿命	144
TB 14-8	滚动轴承支承时轴和轴承孔的公差等级——一般准则 (DIN 5425 摘录)	145
TB 14-9	滚动轴承结合尺寸 (摘自 DIN 5418)	146
TB 14-10	粘度比 $\kappa = \nu/\nu_1$	147
TB 14-11	参数 $K = K_1 + K_2$	147
TB 14-12	基本值 $a_{23 II}$	148
TB 14-13	洁净度系数 s	148
第 15 章	滑动轴承	150
TB 15-1	标准径向滑动轴承 (摘录)	150
TB 15-2	滑动轴承衬 (摘录)	152
TB 15-3	轴瓦 (DIN 7473、DIN 7474、带油室 DIN 7477 摘录)	153
TB 15-4	松润滑油环的尺寸 (DIN 322 摘录)	154
TB 15-5	润滑油孔、油沟、油室 (DIN 1591 摘录)	155
TB 15-6	轴承材料 (选择)	156
TB 15-7	最大许用单位轴承载荷 (DIN 31652-1) (经验参考值)	157
TB 15-8	各种轴承润滑剂的比较及其特性	157
TB 15-9	标准润滑油的有效运动粘度 η_{eff} 与有效润滑油膜温度 θ_{eff} 之间的关系	159
TB 15-10	相对轴承间隙 ϕ_E 或 ϕ_B (%)	160
TB 15-11	滑动轴承的配合 (DIN 31698 摘录)	161
TB 15-12	国际标准配合公差等级分布与相对轴承装配间隙 ϕ_E (%)	162
TB 15-13	纯转动索氏数 $S_o = f(\epsilon, b/d_L)$	163
TB 15-14	纯转动摩擦特征数 $\mu/\phi_B = f(\epsilon, b/d_L)$	164
TB 15-15	纯转动轴承包角 $\beta = f(\epsilon, b/d_L)$	165
TB 15-16	轴 $R_{zw} \leq 4 \mu\text{m}$ 和轴承滑动面 $R_{zL} \leq 1 \mu\text{m}$ 时许用最小油膜厚度 $h_{0 \text{zul}}$ 的经验值 (DIN 31652)	165
TB 15-17	许用最高轴承温度 $\theta_{L \text{zul}}$ 的极限参考值 (DIN 31652-3)	165
TB 15-18	润滑剂相对流量	166
第 16 章	带传动	167
TB 16-1	平带材料的力学和物理性能 (近似值)	167
TB 16-2	V 带性能和应用实例	167
TB 16-3	同步带性能和应用	168
TB 16-4	拉力比 m , 相对有效拉力 κ	168
TB 16-5	确定平带传动轴上载荷的系数 k	168
TB 16-6	易传动多层平带的结构和性能 (结构类型 80/85°, 根据企业标准)	169
TB 16-7	最小带轮直径的确定 (根据汉诺威西格林公司资料)	169
TB 16-8	确定易传动带 F'_1 , ϵ_1 和带的型号的线图 (根据汉诺威西格林公司资料)	170
TB 16-9	平带带轮主要尺寸 (DIN 111 摘录)	171
TB 16-10	易传动多层带离心力引起的应变 ϵ_2 (%)	171
TB 16-11	V 带和多楔带的轮廓选择	172
TB 16-12	V 带尺寸 (根据 DIN 2215, ISO 4184, DIN 7753 以及企业资料摘录)	172
TB 16-13	V 带带轮尺寸 (DIN 2211 摘录)	173
TB 16-14	多楔带和多楔带带轮 (DIN 7867)	174
TB 16-15	V 带和多楔带的名义功率	175

TB 16-16	传动功率增量 $\dot{U}_z$ (kW)	178
TB 16-17	V带和多楔带的计算修正系数	179
TB 16-18	同步带的轮廓选择	180
TB 16-19	同步柔性齿形带的的数据 (根据企业标准)	181
TB 16-20	齿的承载能力——同步柔性齿形带齿的承载能力 (根据企业标准)	182
TB 16-21	表面冷却的笼型异步电动机 (DIN 42673 T1) (带滚动轴承的 IM B3 型号)	183
第 17 章	链传动	184
TB 17-1	滚子链 (DIN 8187 摘录)	184
TB 17-2	链轮的主要轮廓尺寸 (DIN 8196)	184
TB 17-3	滚子链 (DIN 8187) 的功率线图 (DIN 8195)	185
TB 17-4	单位垂度	185
TB 17-5	考虑齿数的系数 f_1 (DIN 8195)	185
TB 17-6	中心距系数 f_2	186
TB 17-7	环保系数 f_6	186
TB 17-8	润滑范围 (DIN 8195)	186
第 18 章	流体传输零件 (输送管路)	187
TB 18-1	管道类型一览表	187
TB 18-2	圆法兰 PN6、PN40 和 PN63 的接口尺寸 (DIN EN1092-2) (摘自 DN 20~DN 600)	188
TB 18-3	PN 的选择 (DIN EN 1333)	188
TB 18-4	优先 DN 系列 (公称内径) (DIN EN ISO 6708)	188
TB 18-5	与管道状况相关的各种流体的经济流速 (参考值)	189
TB 18-6	管道的平均粗糙度 k (近似值)	189
TB 18-7	输送管配件的流阻系数 ζ (参考值)	190
TB 18-8	管道摩擦因数 λ	191
TB 18-9	各种液体和气体的密度与粘度	192
TB 18-10	无缝和高频焊管 (HF) 的疲劳强度 (DIN 2413-1)	193
TB 18-11	液压装置的输送管和管螺纹	193
第 19 章	密封	194
TB 19-1	成形固体密封的密封特征值	194
TB 19-2	O 型密封圈 (DIN 3771) 的选择和沟槽尺寸	195
TB 19-3	O 型密封圈的许用间隙	196
TB 19-4	轴的径向密封环 (DIN 3760 摘录)	196
TB 19-5	毡圈和沟槽 (DIN 5419 摘录)	198
TB 19-6	V 形密封圈 (摘自企业标准)	199
TB 19-7	尼罗斯环 (摘自企业标准)	199
TB 19-8	填料密封	200
TB 19-9	轴承密封的设计准则 (哈利格公司资料)	201
第 20 章	齿轮和齿轮传动 (基础知识)	203
TB 20-1	常用齿轮材料的强度参考值	203
TB 20-2	试验齿轮的齿根弯曲疲劳极限—览图 (DIN 3990)	204
TB 20-3	蜗杆传动的材料选择	205
TB 20-4	蜗轮材料的强度值 (根据尼曼)	205
TB 20-5	润滑油选择 (DIN 51509)	206

TB 20-6	滚轧传动和螺旋滚轧传动润滑剂的使用和润滑类型	206
TB 20-7	适用于环境温度约为 20℃ 的齿轮油的粘度选择 (DIN 51509)	207
TB 20-8	蜗轮副的摩擦因数 (钢制蜗杆, 蜗轮圈的材料为青铜, 铣制)	207
TB 20-9	蜗杆传动的效率	208
TB 20-10	圆柱齿轮的标注 (DIN 3966 T1)	208
TB 20-11	锥齿轮的标注 (DIN 3966 T2)	209
TB 20-12	蜗杆的标注 (DIN 3966 T3)	210
TB 20-13	蜗轮的标注 (DIN 3966 T3)	211
第 21 章	外啮合圆柱齿轮传动	212
TB 21-1	齿轮的模数系列 (DIN 780 摘录)	212
TB 21-2a	标准齿轮传动和高度变位齿轮传动的端面重合度 ϵ_a 近似值	212
TB 21-2b	角度变位齿轮传动的端面重合度 ϵ_a	212
TB 21-3	啮合角 α_w	212
TB 21-4	渐开线函数 $\text{inv}\alpha = \tan\alpha - (\pi/180)\alpha$ (数表)	213
TB 21-5	变位系数和 $\Sigma x = (x_1 + x_2)$ 的选择	213
TB 21-6	$\Sigma x = (x_1 + x_2)$ 的分配及示例	214
TB 21-7	啮合精度 (近似值)	214
TB 21-8	齿厚偏差、齿厚公差	215
TB 21-9	圆柱齿轮箱体中心距偏差 A_{ae} 、 A_{ai} (DIN 3964 摘录)	216
TB 21-10	圆柱齿轮的跨齿数 k	217
TB 21-11	两级和三级圆柱齿轮机构的传动比分配推荐	217
TB 21-12	齿轮 (DIN 3960) 和齿条原始齿形 (DIN 867) 渐开线啮合的可用范围	217
TB 21-13	小齿轮齿数 z_1 (参考值)	217
TB 21-14	小齿轮宽度、比值 (参考值)	218
TB 21-15	计算系数	218
TB 21-16	节线误差	219
TB 21-17	节线 y_β (DIN 3990)	220
TB 21-18	宽度系数 $K_{H\beta}$ 、 $K_{F\beta}$, 近似值 (DIN 3990)	221
TB 21-19	端面系数 K_{Fa} 、 K_{Ha}	221
TB 21-20	确定外啮合齿轮齿根应力的修正系数 (DIN 3990)	223
TB 21-21	确定外啮合齿轮许用齿根应力的修正系数 (DIN 3990)	224
TB 21-22	确定外啮合齿轮齿面接触应力的修正系数 (DIN 3990)	225
TB 21-23	确定外啮合齿轮许用齿面接触应力的修正系数 (DIN 3990)	226
第 22 章	锥齿轮及其传动	228
TB 22-1	尺寸预选参考值	228
TB 22-2	确定锥齿轮动力系数 K_v 的各个参数值 (DIN 3991 T1)	228
TB 22-3	$\alpha_n = 20^\circ$ 时的重合系数 (齿根) Y_e (DIN 3991 T3)	228
第 23 章	交错轴斜齿轮传动和蜗杆传动	229
TB 23-1	确定交错轴斜齿轮机构尺寸的参考值	229
TB 23-2	交错轴斜齿轮机构的载荷特征值	229
TB 23-3	蜗杆头数参考值	229
TB 23-4	圆柱蜗杆机构的模数 (DIN 780 T2 摘录)	229
TB 23-5	寿命系数 Z_b	229

TB 23-6	转速系数 Z_N	229
TB 23-7	$\alpha_0 = 20^\circ$ 的蜗杆的接触系数 Z_p	229
TB 23-8	不同冷却方式的冷却系数 q_1	230
TB 23-9	蜗杆主动时的传动系数 q_2	230
TB 23-10	Z_A 、 Z_N 、 Z_K 、 Z_1 型蜗杆材料配对系数 q_3	230
TB 23-11	结构形式系数 q_4	230
第 24 章	摩擦学	231
TB 24-1	各种润滑油的压粘系数 α	231
TB 24-2	润滑脂的性能	231
TB 24-3	中央润滑设备的选择准则	232
TB 24-4	电化学电压等级（置于水性溶液中的金属相对于氧气电极的电极电位，V）	232

第 1 章 概论和设计基础

TB 1-1 通用机械制造用钢的选择

标准尺寸 d_N 下的强度值 (N/mm²)

疲劳强度值 (DIN 743-2¹⁾²⁾, 参考值)

弹性模量 $E=210000\text{N/mm}^2$, 切变模量 $G=81000\text{N/mm}^2$

钢 种		A % min	R _m N min	R _e N R _{p0.2} N min	σ _{ad} W N (σ _{ad} Sch N)	σ _b W N (σ _b Sch N)	τ _t W N (τ _t Sch N)	材料相对 成本 ³⁾	特性和应用示例	
筒 称	材料代号									
a) 非合金结构钢, 热轧 (DIN EN 10025)									没有进行适应性热处理的热轧非合金普钢和高质钢, 有优秀的抗拉强度和屈服极限, 其性能决定于焊接、铆接和螺纹联接的环境温度	
标准尺寸 $d_N=16\text{mm}$										
S185	1. 0035	18	310	185					用于受载很小的次要零件; 如栏杆、楼梯等; 不适宜焊接	
S235JR S235JRG1 S235JRG2 S235JO S235J2G3 S235J2G4	1. 0037 1. 0036 1. 0038 1. 0114 1. 0116 1. 0117	26	360	235	140 (225)	180 (270)	105 (160)	Ⅰ	机械制造和钢结构中常用钢, 适用于轻载; 板材、棒材和型钢; 加工性能好; 从性能组 JR 至 J2G4, 其焊接适应性和韧性越来越好	
S275JR S275JO S275J2G3 S275J2G4	1. 0044 1. 0143 1. 0144 1. 0145	22	430	275	170 (270)	215 (320)	125 (190)	1. 05	轻载零件; 转轴, 心轴, 杠杆; 加工性能好, 焊接适应性好	
S355JR S355JO S355J2G3 S355J2G4 S355K2G3 S355K2G4	1. 0045 1. 0553 1. 0570 1. 0577 1. 0595 1. 0596	22	510	355	205 (325)	255 (380)	150 (245)		钢结构、起重机和桥梁中的重载桁架; 通过提高硅和锰含量使屈服极限提高; 从性能组 JR 至 K2, 其焊接适应性、脆性断裂可靠性越来越好	
E295	1. 0050	20	490	295	195 (295)	245 (355)	145 (205)	1. 1	加工性能好; 中等受载时最常用钢; 转轴、心轴、轴销	对焊接和韧性没有特殊要求的机械制造用钢
E335	1. 0060	16	590	335	235 (335)	290 (400)	180 (230)	1. 7	重载耐磨零件; 转轴、小齿轮、主轴	

TB 1-1（续）

钢 种		A % min	R _{mN} min	R _{eN} R _{p0.2N} min	σ _{zdWN} (σ _{zdSchN})	σ _{bWN} (σ _{bSchN})	τ _{tWN} (τ _{tSchN})	材料相对 成本 ³⁾	特性和应用示例	
简 称	材 料 代 号									
E360	1.0070	11	690	360	275 (360)	345 (430)	205 (250)		在自然硬 度下就能承受最 大的载荷,且 耐磨性最好; 凸轮、轧辊、模 具、控制零件	对焊接 和韧性没 有特殊要 求的机械 制造用钢
b) 焊接适宜细晶结构钢, 正火/正常轧制 (DIN EN 10113-2)									低碳和细晶钢, 韧性 好, 对脆性断裂和老化不 敏感, 高屈服极限和好的 焊接性能	
标准尺寸 d _N =16mm										
S275N S275NL	1.0490 1.0491	24	370	275	150 (240)	185 (275)	110 (185)		最佳用途是用于动应力 幅很小的受大拉伸载荷的 疲劳强度区域; 例如底 架、汽车底盘、压力容 器、提升设备 (耐热、冷 韧和超强细晶结构钢见标 准)	
S355N S355NL	1.0545 1.0546	22	470	355	190 (305)	235 (350)	140 (240)			
S420N S420NL	1.8902 1.8912	19	520	420	210 (335)	260 (390)	155 (265)			
S460N S460NL	1.8901 1.8903	17	550	460	220 (350)	275 (410)	165 (280)			
c) 处于调质状态 (+QT) ⁴⁾ 的调质钢 (DIN EN 10083-1)									非合金或合金机械制造 用钢, 由于其化学成分适 合于硬化, 调质状态下, 在保持好的韧性的情况 下有高的强度; 焊接时 必须预热	
标准尺寸 d _N =16mm										
C22E C25E C30E C35E	1.1151 1.1158 1.1178 1.1181	20 19 18 17	500 550 600 630	340 370 400 430	200 (320) 220 (350) 240 (385) 250 (400)	250 (375) 275 (410) 300 (450) 315 (470)	150 (235) 165 (255) 180 (275) 190 (300)	1.6	用于结构 对称和表面 质量好的受 力很小的零 件; 杠杆、法 兰、轮盘、转 轴、连杆; 表 面硬化	调 质 直径较小 (<100mm) 的受力很 小的零件
C40E C45E C50E C55E C60E 28Mn6	1.1186 1.1191 1.1206 1.1203 1.1221 1.1170	16 14 13 12 11 13	650 700 750 800 850 800	460 490 520 550 580 590	260 (415) 280 (450) 300 (480) 320 (510) 340 (545) 320 (510)	325 (490) 350 (525) 375 (560) 400 (600) 425 (635) 400 (600)	200 (320) 210 (340) 220 (360) 240 (380) 250 (400) 240 (410)	1.7	用于要求质 地特别均匀 和纯净的传 动装置零件; 对耐磨性要 求高的零件; 表面硬化; 传动轴, 齿 轮, 轮箍, 曲 轴, 曲轴轴 颈	

TB 1-1 (续)

钢 种	A % min	R _m N min	R _e N R _{p0.2} N min	σ _{zd} W N (σ _{zd} Sch N)	σ _b W N (σ _b Sch N)	τ _t W N (τ _t Sch N)	材料相对 成本 ³⁾	特性和应用示例		
简 称	材 料 代 号									
38Cr2	1.7003	14	800	550	320 (510)	400 (600)	240 (380)	1.7	杠 杆、转 轴、轴销、齿 轮、螺栓、蜗 杆、锻件	调质直 径较大的 受载较大 的零件
46Cr2	1.7006	12	900	650	360 (575)	450 (675)	270 (450)			
34Cr4	1.7033	12	900	700	360 (575)	450 (675)	270 (460)			
37Cr4	1.7034	11	950	750	380 (610)	475 (710)	285 (485)			
41Cr4	1.7035	11	1000	800	400 (640)	500 (750)	300 (510)			
25CrMo4	1.7218	12	900	700	360 (575)	450 (675)	270 (460)		进 气 阀、转 轴、铣 刀 杆、 花键轴、曲轴 销、大 型 传 动轴	
34CrMo4	1.7220	11	1000	800	400 (640)	500 (750)	300 (510)			
42CrMo4	1.7225	10	1100	900	440 (705)	550 (825)	330 (560)			
50CrMo4	1.7228	9	1100	900	440 (705)	550 (825)	330 (560)			
36CrNiMo4	1.6511	10	1100	900	440 (705)	550 (825)	330 (560)	2.4 2.7	汽 车 和 机 床 中 受 载 最 大 的 零 件；大 型 传 动 轴、涡 轮 机 转 子、齿 轮	受 载 最 大 的 零 件； 大 调 质 直 径
34CrNiMo6	1.6582	9	1200	1000	480 (770)	600 (900)	360 (610)			
30CrNiMo8	1.6580	9	1250	1050	500 (800)	625 (935)	375 (635)			
36NiCrMo16	1.6773	9	1250	1050	500 (800)	625 (935)	375 (635)			
51CrV4	1.8159	9	1100	900	440 (705)	550 (825)	330 (560)			
d) 处于表面硬化状态 ⁵⁾ 的渗碳钢 (强度值根据 DIN 743—3 和 FKM 准则)								非合金或合金机械零件 用钢, 含碳量很低, 通过 表面渗碳或渗碳氮进行硬 化; 疲劳强度好, 且耐磨 和表面硬度高; 适合于闪 光对焊和熔焊		
标准尺寸 d _N =11mm										
C10	1.0301	16	650	380	260 (380)	325 (455)	195 (265)	1.1	芯 部 强 度 很 低 的 直 接 硬 化 小 零 件; 轴 销、轴 承 衬、轴 颈、杠 杆、铰 链、 驱 动 件、主 轴	
C15	1.0401	14	750	430	300 (430)	375 (515)	225 (300)			
17Cr3	1.7016	11	1050	750	420 (670)	525 (785)	315 (520)	1.7	受 载 较 大 的 零 件; 较 小 的 齿 轮 和 轴、轴 销、凸 轮 轴、 滚 子、主 轴、测 量 工 具	
20Cr4	1.7027	10	900	630	360 (575)	450 (675)	270 (435)			
16MnCr5	1.7131	10	900	630	360 (575)	450 (675)	270 (435)			
20MnCr5	1.7147	8	1100	730	440 (705)	550 (825)	330 (505)		芯 部 强 度 较 高 的 直 接 硬 化 零 件; 传 动 装 置 和 车 辆 中 的 中 型 齿 轮 和 轴	
20MoCr4	1.7321	10	900	630	360 (575)	450 (675)	270 (435)			
22CrMoS3-5	1.7333	8	1100	730	440 (705)	550 (825)	330 (505)		韧 性 非 常 好 的 重 载 传 动 件; 直 接 硬 化	
21NiCrMo2	1.6523	10	900	630	360 (575)	450 (675)	270 (435)			
15CrNi6	1.5919	9	1000	680	400 (640)	500 (750)	300 (470)	2.1	受 载 最 大 的 零 件; 小 齿 轮、凸 轮、转 轴、盘 形 锥 齿 轮、链 节	
17CrNiMo6	1.6587	8	1150	830	460 (735)	575 (860)	345 (575)			
e) 处于调质状态 (+QT) 的镍钢 (DIN 17211)								合 金 调 质 钢, 它 含 有 氮 化 物 形 成 元 素 (Cr, Al, Mo, V), 所 以 特 别 适 合 于 渗 氮 和 渗 氮 碳; 其 边 缘 层 特 别 硬, 所 以 零 件 耐 磨 性 很 好, 且 疲 劳 强 度 高、耐 腐 蚀、耐 热、抗 胶 合 性 很 好; 变 形 小		
标准尺寸 d _N =100mm										

钢 种	A	R _{mN}	R _{eN}	σ _{ad W N}	σ _{b W N}	τ _{t W N}	材料相对	特性和应用示例	
简 称	材料代号	% min	min	R _{p0.2N} min	(σ _{ad Sch N})	(σ _{b Sch N})	(τ _{t Sch N})	成本 ³⁾	
31CrMo12	1.8515	11	1000	800	400 (640)	500 (750)	300 (510)	2.6	厚度≤250mm 的对耐磨性有要求的零件; 杆件, 锻件
31CrMoV9	1.8519	11	1000	800	400 (640)	500 (750)	300 (510)		厚度≤100mm 的耐热耐磨零件; 阀门轴、磨床主轴
15CrMoV5-9	1.8521	10	900	750	360 (575)	450 (675)	270 (460)		厚度≤250mm 的对耐磨性有要求的零件; 轴销、主轴
34CrAlMo5	1.8507	14	800	600	320 (510)	400 (600)	240 (410)		工作温度小于 450℃, 厚度小于 70mm 的疲劳强度高, 耐磨性好的零件; 热蒸汽仪表零件
34CrAlNi7	1.8550	12	850	650	340 (545)	425 (635)	255 (435)		用于大型耐磨零件; 大型活塞、连杆
f) 处于调质状态 (+QT) 的用于火焰和感应硬化钢 (DIN 17212)									调质钢, 通过局部加热和冷却使边沿区域硬化; 用于要求表面耐磨性好或能承受大压强的零件; 适用于闪光对焊
标准尺寸 d _N =16mm									
Cf35	1.1183	17	620	420	250 (400)	310 (465)	185 (290)		受载很小的零件, 但是要求质地特别均匀和纯净
Cf45	1.1193	14	700	480	280 (450)	350 (525)	210 (330)		用于要求质地特别均匀和纯净的传动装置零件; 小齿轮, 转轴
Cf53	1.1213	12	740	510	295 (470)	370 (555)	220 (355)		传动轴, 凸轮轴, 活塞轴销、气缸衬
Cf70	1.1249	11	780	560	310 (495)	390 (585)	235 (390)		可渗碳硬化的薄壁零件; 小齿轮、主轴、悬臂轴
45Cr2	1.7005	12	880	640	350 (560)	440 (660)	265 (445)		芯部强度较高的厚臂机械零件和汽车零件; 曲轴、传动轴、球轴销、花键轴、齿轮
38Cr4	1.7043	11	930	740	370 (590)	465 (700)	280 (475)		
42Cr4	1.7045	11	980	780	390 (625)	490 (735)	295 (500)		
41CrMo4	1.7223	10	1080	880	430 (690)	540 (810)	325 (550)		
g) 处于冷拉拔状态 (+C) 的易切削钢 (DIN 1651)									非合金钢, 切削性能好和由于含硫, 切屑易断; 含铅型钢允许较高切削速度、可达两倍寿命和改善表面质量; 但高 S 和 P 含量, 只在一定条件适合于焊接
标准尺寸 d _N =16mm									
9SMn28	1.0715	7	510	410	205 (325)	255 (380)	150 (255)	1.8	用于受载很小的零件; 带螺纹零件, 冷拔轴、螺栓、销、轴销、各种成形件
9SMnPb28	1.0718								
9SMn36	1.0736	7	540	430	215 (345)	270 (405)	160 (270)		
9SMnPb36	1.0737								

TB 1-1 (续)

钢 种		A %	R _m N	R _e N	σ _{ad} W N	σ _b W N	τ _t W N	材料相对	特性和应用示例	
简 称	材 料 代 号	min	min	R _{p0.2} N min	(σ _{ad} Sch N)	(σ _b Sch N)	(τ _t Sch N)	成本 ³⁾		
15S10	1.0710	7	500	400	200 (320)	250 (375)	150 (255)	1.9	适合于渗碳硬化；耐磨小零件；轴销、销、成形件	
10S20	1.0721	8	490	390	195 (310)	245 (365)	145 (245)			
10SPb20	1.0722									
35S20	1.0726	7	590	400	235 (375)	295 (440)	175 (275)			
35SPb20	1.0756							2.0	适合于调质；用于受载较大的较大零件；转轴、螺纹件、主轴	
45S20	1.0727	6	690	470	275 (440)	345 (515)	205 (325)			
45SPb20	1.0757									
60S20	1.0728	6	780	540	310 (495)	390 (585)	235 (375)	2.1		
60SPb20	1.0758									
h) 处于冷拉拔状态 (+C) 的光亮钢 (DIN 1652)									光滑表面和高尺寸精度的冷作硬化棒材；采用拉拔、刨削和定向抛光加工，必要时还进行磨削	
标准尺寸 d _N =16mm										
S235JR	1.0037	9	440	300	175 (280)	220 (330)	130 (210)	1.6	由结构钢生产的光亮钢；轴销、心轴、销、加强零件、紧固底板	不用再进行表面加工，可降低制造成本
S275JR	1.0044	8	530	380	210 (335)	265 (395)	160 (265)			
S355J2G3	1.0570	7	600	450	240 (385)	300 (450)	180 (305)	1.7		
E295	1.0050	7	580	420	230 (370)	290 (435)	175 (290)			
E335	1.0060	6	680	490	270 (430)	340 (510)	205 (340)			
E360	1.0070	6	780	560	310 (495)	390 (585)	235 (390)			
C10	1.0301	9	450	300	180 (290)	225 (335)	135 (210)		由渗碳钢生产的光亮钢；轴销、主轴、小零件	
C15	1.0401	8	480	340	190 (305)	240 (360)	145 (235)			
C22E	1.1151	7	500	350	200 (320)	250 (375)	150 (245)	1.7	由调质钢生产的光亮钢；转轴、活塞杆、轨道、杠杆、垫板、底板	
C35E	1.1181	8	550	370	220 (350)	275 (410)	165 (255)			
C45E	1.1191	6	630	430	250 (400)	315 (470)	190 (300)	1.8		
C60E	1.1221	6	750	520	300 (480)	375 (560)	225 (360)			
i) 不锈钢 (根据 DIN EN 10088 和 SEW)									由于铬的质量分数至少为 12%，使其具有耐化学腐蚀的特殊性能；分为调质铁素体铸钢和淬火奥氏体铸钢	
处理状态：铁素体和奥氏体 钢退火 (+A) 马氏体钢：调质 (+QT) 在实际中无工艺尺寸影响										
X3CrNb17	1.4511	23	420	230	170 (230)	210 (275)	125 (160)		建筑、厂房、货架、箱体	铁素体钢 好的可焊性、耐热、良好的磁性、可加工性差、冷成形、弹性模量 E=220000 N/mm ²
X6CrMoS17	1.4105	20	430	250	170 (250)	215 (300)	130 (175)		高速钢、针、紧固件	
X6Cr13	1.4000	19	400	240	160 (240)	200 (290)	120 (165)		耐热片、刀具、家具	
X6Cr17	1.4016	20	450	240	180 (240)	225 (290)	135 (165)		紧固件、热成形件、模具	

TB 1-1（续）

钢 种		A	R _m N	R _e N	σ _{sd} W N	σ _b W N	τ _t W N	材料相对 成本 ³⁾	特性和应用示例			
简 称	材 料 代 号	% min	min	R _{p0.2} N min	(σ _{sd} Sch N)	(σ _b Sch N)	(τ _t Sch N)					
X20Cr13	1. 4021	10	750	550	300 (480)	375 (560)	225 (380)	3. 2	仪 表、法 兰、弹簧、涡 轮机零件	马氏体 钢：可硬 化、切削 性能 好、 强度 高、 高 磁 性、 一定条件 下可焊接， E=216000 N/mm ²		
X39CrMo17-1	1. 4122	12	750	500	300 (480)	375 (560)	225 (345)		管 道、转 轴、主轴、耐 磨件			
X14CrMoS17	1. 4120	11	640	450	255 (410)	320 (480)	190 (310)		易 切 削 钢、 回转件、仪器			
X50CrMoV15	1. 4116	12	850	—	340 (545)	425 (635)	255 (410)		肉 食 品 加 工 机 械：转 轴、套管、车 刀			
X12Cr13	1. 4006	12	650	450	260 (415)	325 (485)	195 (310)	4. 0	联 接 件、车 刀、对耐磨性 有要求的零件			
X3CrNiMo13-4	1. 4313	11	900	800	360 (575)	450 (675)	270 (460)					
X17CrNi16-2	1. 4057	14	750	550	300 (480)	375 (560)	225 (380)					
X5CrNi18-10	1. 4301	40	520	210	210 (210)	250 (250)	145 (145)	5. 8	适用于各种 场合：建筑业、 车辆制造、食 品工业	奥氏体 钢：焊 接 性能 好、 冷 成 形 性 能 好、切 削 加 工 难、 无 磁 性、 E=200000 N/mm ²		
X8CrNiS 18-9	1. 4305	35	500	190	190 (190)	230 (230)	130 (130)		易 切 削 钢、 机械零件和联 接件			
X6CrNiTi 18-10	1. 4541	40	500	200	200 (200)	240 (240)	140 (140)		机 车 制 造、 卫生间用品			
X2CrNiMo 17-12-2	1. 4404	40	520	220	220 (220)	260 (260)	150 (150)		海 洋 工 业、 焊 接 结 构 件、 心 轴、转 轴、 换热器			
X2CrNiMoN 17-13-3	1. 4429	35	580	295	230 (295)	290 (355)	175 (205)					
X5CrNiMo 17-12-2	1. 4401	40	520	220	220 (220)	260 (260)	150 (150)		漂 白 工 业、 食品工业、房 屋外覆盖件			
X6CrNiMoTi 17-12-2	1. 4571	40	520	220	220 (220)	260 (260)	150 (150)		容 器（油罐 车）、取 暖 锅炉、屋顶覆 盖件			
X2CrNiN24-4	1. 4362	25	600	400	240 (385)	300 (450)	180 (275)				纺 织 工 业、 仪 器 制 造、 重载焊接零件	奥氏体 —铁素体 钢（双相 钢）：耐 应力裂纹腐 蚀 性 能、 E=200000 N/mm ²
X3CrNiMoN 27-5-2	1. 4460	20	600	450	240 (385)	300 (450)	180 (305)					
X2CrNiMoN 22-5-3	1. 4462	30	640	450	255 (410)	320 (480)	190 (310)					

1) 参考关系： $\sigma_{bW} \approx 0.5R_m$ ， $\sigma_{zdW} \approx 0.4R_m$ ， $\tau_{tW} \approx 0.3R_m$

2) A——断裂应变； d_N ——根据各自材料标准的毛坯参考尺寸（直径，厚度）；
R_mN——抗拉强度；R_eN——屈服极限；R_{p0.2}N——0.2%的屈服极限；
σ_{zd} W N——拉伸/压缩对称疲劳强度；σ_b W N——弯曲对称疲劳强度；
τ_t W N——抗扭对称疲劳强度；σ_{zd} Sch N——拉伸脉动疲劳强度；
σ_b Sch N——弯曲脉动疲劳强度；τ_t Sch N——抗扭脉动疲劳强度。

脉动强度： $\sigma_{Sch} = 2\sigma_W [1 - \sigma_W / (2R_m)]$ 。R_e为上屈服强度，σ_{bF} = 1.2R_e，τ_{tF} = 1.2R_e/√3。上式对拉压和弯曲作用有效。

3) 根据体积和材料的不同，对比冷轧圆钢（1000kg 圆钢，中型工程）的成本系数。特别注意在小批量、小尺寸生产时成本更高。

4) 非合金不锈钢具有最高的强度，表中 C22E 的力学性能相应区域的 C22R 和相应优质钢 C22 相似。

5) 钢的最低抗拉强度符合 DIN EN 10084 规定。