

轧钢机械设计方法

中国金属学会

冶金继续工程教育丛书

冶金工业出版社

施东成 主编



数据加载失败，请稍后重试！

冶金继续工程教育丛书

轧钢机械设计方法

施东成 主编

冶金工业出版社

1 9 9 0

内 容 简 介

本书是“冶金继续工程教育丛书”之一。书中主要阐述轧钢机、剪切机和辊式矫直机三种典型轧钢机械的设计计算的基本理论、基本方法和主要零件的强度计算，并介绍了轧钢机械电动机功率计算的基本概念和基本方法。

本书内容深入浅出，注重实际应用，每章有计算实例，以便于学习和应用。

本书供从事轧钢机械的生产现场、设计和科研部门的工程技术人员使用，也可供高等院校师生参考。

冶金继续工程教育丛书

轧钢机械设计方法

施东成 主编

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街西便所北巷3号)

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

787 × 1092 1/32 印张16 1/8 字数 370 千字

1991年3月第一版 1991年3月第一次印刷

印数00,001~4,000册

ISBN 7-5024-0763-4

TG·114 定价10.00元

序

中国金属学会组织编写了“冶金继续工程教育丛书”，为大家办了一件好事。积极开展继续教育，对于提高冶金科技人员水平，促进冶金工业的发展具有重要意义。希望冶金战线各级领导重视这项工作，努力创造条件，为科技人员在职学习提供方便；同时也殷切希望广大冶金科技工作者坚持学习，不断吸收新知识，学习新技术，为实现四化、振兴中华做出更大贡献。

中国继续工程教育协会理事

冶金工业部副部长

徐大能

一九八八年十二月

前 言

钢材轧制（轧钢）是金属压力加工的重要组成部分。由于这一生产方式具有生产率高、品种多、生产过程连续性强、机械化和自动化程度高等优点，已成为钢材生产的主要方式。目前，85—90%以上的钢材采用这一方式生产。因此，轧钢生产在钢铁工业中占有重要地位。轧钢机械的设计水平，对钢材的产量和质量有着直接的影响。

本书主要阐述现场应用较广、设计理论和方法较为系统的三种典型的轧钢机械（轧钢机、剪切机和辊式矫直机）设计计算的基本理论、基本方法和主要零部件的强度计算，以便从事轧钢机械设计、技术改造和使用管理的工程技术人员能更好地掌握设计方法。书中还介绍了国内外轧钢机发展概况和轧钢机械电动机功率计算的基本概念和基本方法。

本书是“冶金继续工程教育丛书”之一。考虑到在职工程技术人员的特点，本书深入浅出、注重实际应用、每章有计算实例。本书也有助于在校学生加深理解有关专业理论和开拓设计计算的领域，可作为高等院校冶金机械、压力加工等专业师生的教学参考书。

本书编写分工为：第3章由邹家祥编写、第4章由项德编写、第7章由陈力编写、其余各章由施东成编写。王长松参加了第2章例题的编写。全书由施东成任主编。

天津大学冶金分校戴周渊对全书进行了精心审阅，对此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

1989年3月

目 录

1 轧钢机类型和发展概况	1
1.1 轧钢机类型及其组成	1
1.2 国内外轧钢机发展概况	9
2 轧制压力和轧制力矩	22
2.1 轧制压力	22
2.1.1 平均单位压力一般表达式	25
2.1.2 初轧、开坯轧机平均单位压力计算公式	41
2.1.3 热轧钢板轧机平均单位压力计算公式	47
2.1.4 冷轧带钢轧机平均单位压力计算公式	51
2.1.5 型钢、线材轧机平均单位压力计算公式	71
2.1.6 立辊轧机平均单位压力计算公式	73
2.1.7 轧件与轧辊间接触面积的确定	74
2.2 轧制力矩	83
2.2.1 轧制压力方向与轧辊传动力矩	83
2.2.2 轧制压力在接触弧上作用点的位置	93
2.2.3 轧钢机电动机力矩	102
3 轧钢机工作机座	112
3.1 轧辊	112
3.1.1 轧辊的基本参数	112
3.1.2 轧辊的材料	114
3.1.3 二辊轧机轧辊的强度计算	116
3.1.4 四辊轧机轧辊计算	119
3.1.5 轧辊变形的计算	124
3.2 轧辊轴承	133
3.2.1 轧辊轴承的工作特点及主要类型	133
3.2.2 轧辊用开式轴承的设计	135

3.2.3	液体摩擦轴承	139
3.2.4	滚动轴承设计计算	145
3.3	轧辊的调整机构及平衡机构	154
3.3.1	轧辊的调整机构	154
3.3.2	压下螺丝及螺母设计计算	161
3.3.3	压下机构的传动力矩及功率计算	165
3.3.4	轧辊的平衡装置	170
3.4	轧钢机机架	176
3.4.1	机架的结构及尺寸设计	176
3.4.2	轧机机架强度计算	187
3.4.3	闭式机架的变形计算	207
3.4.4	机座倾翻力矩的计算	208
3.5	轧钢机工作机座的刚度	212
3.5.1	机座刚度与弹性变形曲线	212
3.5.2	弹-塑曲线与原始辊缝的调整	214
3.5.3	提高轧机机座刚度的措施	216
3.5.4	机座刚度系数的计算	221
4	轧钢机主传动装置	222
4.1	联接轴	222
4.1.1	联接轴类型与结构	222
4.1.2	滑块式万向接轴的强度计算	233
4.2	齿轮座	247
4.2.1	齿轮座的特点和类型	247
4.2.2	齿轮强度计算	251
4.2.3	齿轮轴的强度计算	255
4.2.4	齿轮座结构	257
4.2.5	齿轮座倾翻力矩计算	267
4.2.6	齿轮座上盖与箱体联接处应力计算	287
5	剪切机	292
5.1	平行刀片剪切机	292

5.1.1	平行刀片剪切机类型	292
5.1.2	平行刀片剪切机结构参数	300
5.1.3	剪切力和剪切功	304
5.1.4	剪切机构的运动分析和受力分析	319
5.1.5	电动机功率	342
5.1.6	剪切机构主要零件计算	344
5.2	斜刀片剪切机	362
5.2.1	斜刀片剪切机类型	362
5.2.2	斜刀片剪切机结构参数和力能参数	367
5.3	圆盘式剪切机	381
5.3.1	圆盘式剪切机类型	381
5.3.2	圆盘式剪切机结构参数	384
5.3.3	圆盘式剪切机力能参数	387
6	辊式矫直机	391
6.1	概说	391
6.1.1	辊式矫直机的类型	393
6.1.2	矫直基本理论	397
6.2	板材辊式矫直机	406
6.2.1	板材辊式矫直机结构参数	406
6.2.2	板材辊式矫直机力能参数	421
6.2.3	矫直辊与支承辊	432
6.3	型钢辊式矫直机	452
6.3.1	型钢辊式矫直机的类型	452
6.3.2	型钢辊式矫直机的结构参数	454
6.3.3	型钢辊式矫直机的力能参数	462
7	轧钢机械电动机功率计算	472
7.1	概说	472
7.1.1	选择电动机的原则和步骤	473
7.1.2	轧钢机械电动机的工作制度	477
7.1.3	电动机的预选	484

7.2 轧钢机械电动机功率计算	485
7.2.1 电动机功率计算的基本步骤	485
7.2.2 连续工作制电动机功率计算	489
7.2.3 断续周期工作制电动机功率计算	491
7.2.4 短时工作制电动机功率计算	493
参考文献	505

轧钢机类型和发展概况

1.1 轧钢机类型及其组成

轧钢机是轧钢车间的主要设备。通过轧钢机轧制，可使轧件产生塑性变形而具有一定的尺寸和形状。轧钢机的类型和特征标志着整个轧钢车间的类型和特征。根据轧件的轧制品种和规格，可将轧钢机分为开坯轧机、钢坯轧机、型钢轧机、板带轧机、钢管轧机和特殊轧机（如车轮轧机、钢球轧机等）。表1-1列出了这些轧机的技术特性。

轧钢机的规格和标称一般与轧辊尺寸或轧件规格有关。

开坯轧机、钢坯轧机和型钢轧机是以轧辊名义直径（或以齿轮座中人字齿轮中心距）来标称的，因为轧辊名义直径的大小与其轧制的最大断面尺寸有关。当轧钢车间装有若干架轧机时，则以最后一架精轧机轧辊的名义直径作为此轧钢机的标称。如“连续式300小型轧机”，即指该连续式小型轧机中最后一架精轧机的轧辊名义直径为300mm。

钢板轧机是以轧辊辊身长度来标称的，因为轧辊辊身长度与其能够轧制的钢板最大宽度有关。

钢管轧机则以所轧钢管的最大外径来标称的。

图1-1 是表示由钢锭或连铸坯生产板材和型材的流程示意图。钢锭经过初轧机轧制成方坯后，分别通过轨梁轧机、

表 1-1 轧钢机类型及主要技术特性

轧机类型		轧辊尺寸, mm		最大轧制速度 m/s	轧制品种规格
		直 径	辊身长度		
开 坯 机	初轧机	750—1500	—3500	3—7	用1—45t钢锭轧制120×120—450×450 mm
	板坯轧机	1100—1370	—2800	2—6	方坯及75—300×700—2050mm的板坯
钢坯轧机		450—750	800—2200	1.5—5.5	将大钢坯轧成55×55—150×150mm的方坯
轨梁轧机		750—900	1200—2300	5—7	38—75kg/m的重轨以及高达240—600 mm 甚至更大的其它重型断面钢梁
大型轧机		500—750	800—1900	2.5—7	80—150mm的方钢和圆钢, 高120—300mm 的工字钢和槽钢, 每m重18—24kg的钢轨等
中型轧机		350—500	600—1200	2.5—15	40—80mm方钢和圆钢, 高达120mm的工字 钢和槽钢, 50×50—100×100mm的角钢, 每 m重11kg的轻轨等
小型轧机		250—350	500—800	4.5—20	8—40mm方、圆钢, 20×20—50×50mm角 钢等
线材轧机		250—300	500—800	10—75	轧制Φ5—9mm的线材

续表 1-1

轧机类型	轧辊尺寸, mm		最大轧制速度 m/s	轧制品种规格
	直径	辊身长度		
热轧板 带轧机	厚板轧机	—	2—4	4—50×500—5300mm厚钢板, 最大厚度可达300—400mm
	宽带钢轧机	—	8—30	1.2—16×600—2300mm带钢
	叠轧薄板轧机	—	1—2	0.3—4×600—1000mm薄板
冷轧板	单张生产的 钢板冷轧机	—	0.3—0.5	—
	成卷生产宽 带钢冷轧机	—	6—40	1.0—5×600—2300mm带钢及钢板
带轧机	成卷生产窄 带钢冷轧机	—	2—10	0.02—4×20—600mm带钢
	箔带轧机	—	—	0.0015—0.012mm箔带

续表 1-1

轧机类型	轧辊尺寸, mm		最大轧制速度 m/s	轧制品种规格
	直径	辊身长度		
热轧无缝钢管	400自动 轧管机	960—1100	1550	φ127—φ400mm钢管, 扩孔后钢管最大直径达φ650mm或更大的无缝钢管
	140自动 轧管机	650—750	1680	φ70—φ140mm无缝钢管
	168连续 轧管机	520—620	300	φ80—φ165mm无缝钢管
冷轧钢管轧机		—	—	主要轧制φ15—φ150mm薄壁管, 个别情况下也轧制φ400—φ500mm的大直径钢管
特殊用途	车轮轧机	—	—	轧制铁路用车轮
	圆环—轮箍 轧机	—	—	轧制轴承环及车轮轮箍
	钢球轧机	—	—	轧制各种用途的钢球
轧钢机	周期断面轧机	—	—	轧制变断面轧件
	齿轮轧机	—	—	滚压齿轮
	丝杠轧机	—	—	滚压丝杠

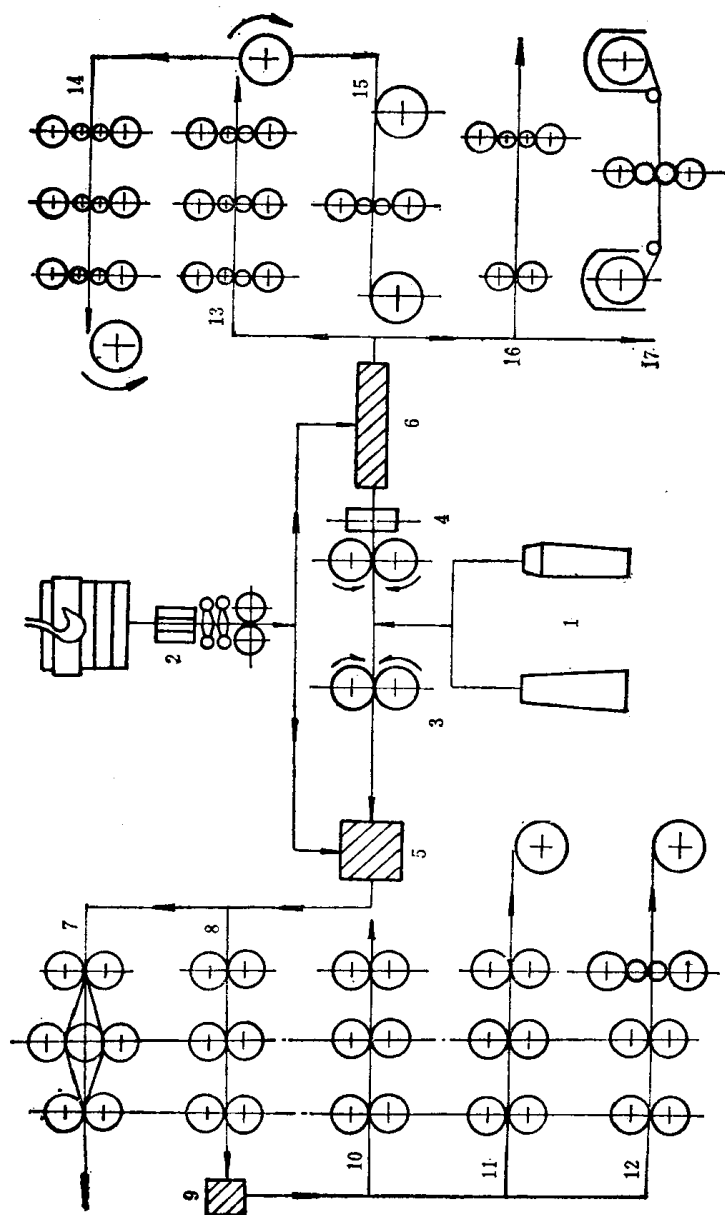


图 1-1 生产板材和型钢钢材的流程示意图

1—钢锭，2—连铸机，3—初轧机，4—板坯初轧机，5—方坯，6—板坯，7—轨梁轧机，8—钢坯轧机，9—钢坯，10—型钢轧机，11—线材轧机，12—窄带热连轧机，13—连续式热轧带钢轧机，14—连续式冷轧带钢轧机，15—可逆式冷轧带钢轧机，16—厚板轧机，17—炉卷轧机

钢坯轧机、型钢（大型、中型和小型）轧机和线材轧机可生产钢轨、钢梁、角钢、槽钢、圆钢、线材等成品钢材，而通过窄带钢轧机可生产窄带钢。如果钢锭经过板坯初轧机轧制成板坯后，分别通过连续式热轧带钢轧机、炉卷轧机可生产热轧带钢，而通过厚板轧机可生产厚钢板。热轧带钢再经连续式冷轧带钢轧机或可逆式冷轧带钢轧机轧制后，可生产出冷轧带钢。

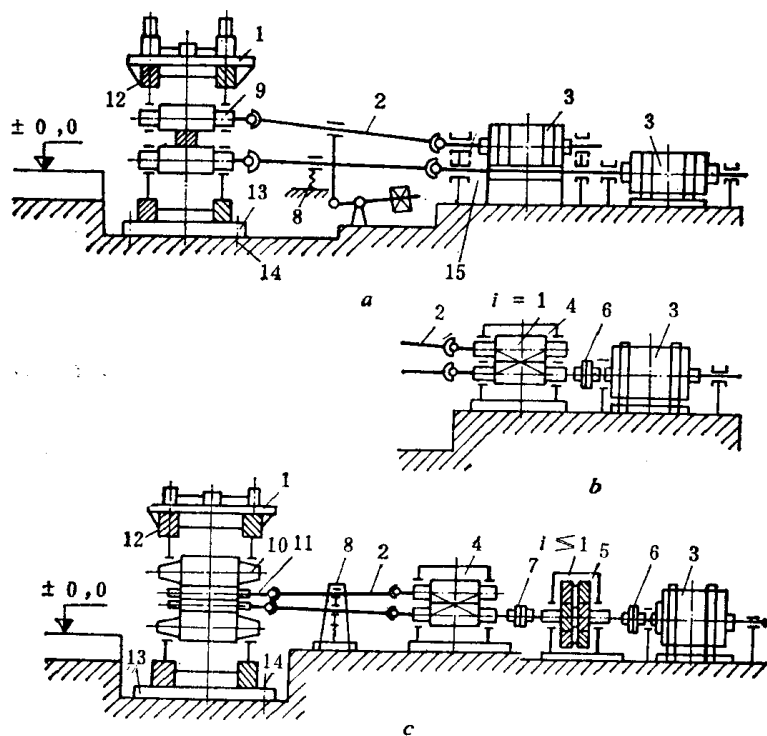


图 1-2 轧钢机简图

a—轧辊由电动机单独驱动；b—轧辊通过电动机和齿轮座驱动；c—轧辊通过电动机、减速机和齿轮座驱动

1—工作机座；2—联接轴；3—电动机；4—齿轮座；5—减速机；6—电动机联轴器；7—主联轴器；8—联接轴平衡装置；9—二辊轧机轧辊；10—四辊轧机支承辊；11—四辊轧机工作辊；12—机架；13—轨座；14—地脚螺栓；15—中间轴

近年来,随着连铸技术的发展,可直接通过连铸板坯或连铸方坯来轧制各种板材和型材。

与其他任何机器一样,轧钢机是由执行机构、传动装置和原动机三个基本部分组成的。轧钢机简图如图 1-2 所示。

轧钢机的执行机构是工作机座 1。工作机座的主要零部件有:轧辊(9 或 10 和 11)及其轴承、轧辊调整机构及上轧辊的平衡装置、机架 12 以及支承机架并将机架固定在地基上的轨座 13 等。

轧钢机的传动装置由联接轴 2、齿轮座 4、减速机 5、电动机联轴器 6 和主联轴器 7 等组成。

轧钢机的原动机都采用电动机 3。

根据轧钢机类型和工作制度,轧钢机传动装置有不同的型式。图 1-2 表示了三种主要型式。

(a) 轧辊由电动机单独驱动(图 1-2a)。这种型式的传动装置主要用于大型的可逆式轧钢机,如初轧机、板坯轧机、厚板轧机等。在这种可逆式轧钢机上,轧辊经常启动、制动和反转,要求传动系统有较小的飞轮力矩。轧辊由电动机单独驱动,可使传动系统的飞轮力矩大为减小。

(b) 轧辊通过电动机和齿轮座驱动(图 1-2b)。这种型式的传动装置在可逆式和不可逆式轧钢机上都有应用。对某些可逆式轧钢机,如受结构限制不能采用图 1-2a 所示型式时,就采用这种型式的传动,如 1000mm 以下的初轧机等。在不可逆式轧钢机上,如果轧辊转速大于 70—75 r/min,采用低速电动机的投资费用与采用高速电动机带有减速机的投资费用相差不大时;也采用这种型式的传动装置,如带钢轧机的粗轧机座或最后 1—2 架精轧机座等。

(c) 轧辊通过电动机、减速机和齿轮座驱动(图 1-2c)。这种型式的传动装置一般用于不可逆式轧钢机,如二