

汽车板重卷检查机组的产量计算

秦文顺¹, 查德根², 李郝林¹

(1. 上海理工大学 机械工程学院, 上海 200093; 2. 上海宝菱冶金设备工程技术有限公司, 上海 201900)

摘要: 在介绍汽车板重卷检查机组生产工艺的基础上,详细分解机组生产周期,提出机组产量计算方法,并应用生产实例说明了产量计算过程,验证了计算结果. 机组产量计算方法为机组产量的计算提供了理论依据,也为进一步优化机组工艺提供了理论基础.

关键词: 汽车板; 重卷机组; 工艺流程; 生产周期; 产量计算

中图分类号: TG 335.5

文献标志码: A

Production Capacity Calculation for Recoiling Line of Automobile Sheet

QIN Wen-shun¹, ZHA De-gen², LI Hao-lin¹

(1. School of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;
2. Shanghai Baoling Metallurgical Equipment Engineering Co., Ltd., Shanghai 201900, China)

Abstract: The production period of a recoiling line (RCL) of automobile sheet was explained amply, and the computing method for production capacity was proposed based on the introduction of its production technology. A computing example was given to describe the process of calculation and prove the computing result. The method provides a theoretical basis for the production capacity computation and the production technology optimization.

Key words: automobile sheet; recoiling line; technology process; production period; production capacity calculating

近年来,随着国内汽车工业的快速发展,对高品质汽车板的需求量大幅增加. 为了快速响应市场需求,对国内外汽车板重卷生产机组的生产工艺和生产过程进行了分析,找出生产环节中影响生产效率的关键因素,并提出理论计算方法,为后续优化生产时间提供基础. 本文以常用冷轧带钢重卷检查机组生产工艺为基础^[1-2],首次通过分析机组的生产周

期,提出机组产量的计算方法,确定影响汽车板生产产量的重要因素,应用实例初步验证了计算方法的可行性,具有较强的实际应用价值和理论研究意义.

1 冷轧带钢重卷机组工艺流程

重卷检查机组是带钢冷轧厂生产车间的关键精

收稿日期: 2013-08-14

第一作者: 秦文顺(1987-),男,硕士研究生. 研究方向: 机械优化设计. E-mail: qws0579@163.com

通讯作者: 李郝林(1961-),男,教授. 研究方向: 精密测试技术、精密加工工艺. E-mail: haolin@usst.edu.cn

整生产线,主要用于生产高精度冷轧板,用于汽车、家电等行业,其主要完成对轧制后的钢卷进行切边、检查、涂油、取样及分卷等工序,最终为用户提供合乎规格要求的钢卷^[2-4].现以目前国内钢厂比较典型的重卷检查机组的主要技术参数为例,研究分析机组设备的组成和工艺,提出机组产量计算方法.

1.1 机组主要技术参数

原料材质:低碳钢、低合金钢、中碳结构钢;机组工作速度 $V_{\max}$ (最大):300 m/min;穿带速度 V_a :18 m/min;加减速率 a :18 m/min/s.

来料尺寸及质量包括:钢卷内径为 $\phi 610$ mm;

钢卷外径为 $\phi 1\,000\sim 2\,000$ mm,带钢厚度为 0.3~2.0 mm;带钢宽度为 820~1 650 mm;;钢卷质量 $W_{\max}$ (最大):29.7 t.

成品尺寸及质量包括:钢卷内径为 $\phi 610$ mm;钢卷外径为 $\phi 900\sim 1\,600$ mm,带钢厚度为 0.3~2.0 mm;带钢宽度为 810~1 640 mm;钢卷质量为 3~15 t^[3].

1.2 机组基本组成

典型的重卷检查机组主要由开卷机、直头机、切头机、焊机、圆盘剪、废边卷取机、检查站、夹送辊、涂油机、分切剪、转向夹送辊、卷取机等设备组成,其布置图如图 1 所示^[3-6].

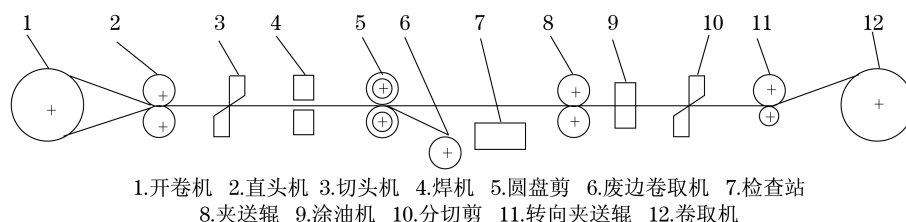


图 1 重卷检查机组布置图

Fig.1 Layout of RCL

1.3 机组工艺流程

根据生产计划,车间行车将钢卷吊运至入口鞍座,由钢卷小车将来料钢卷运到开卷机卷筒上,之后轴头支撑抬起、卷筒涨径、压辊压下.开卷机转动,使带头部经穿带台进入直头机矫直.带头部经对中后进入切头机切头,然后到焊机位置与前一卷带钢尾部焊接,之后带钢经纠偏装置对中,进入圆盘剪.圆盘剪预先根据带钢宽度、厚度及材质调节切边宽度、刀盘重合度及刀片侧向间隙量,再进行切边.切下的废带边被牵引至废边卷取机上进行卷取.切边后的带钢在检查站进行表面质量检查,然后进入涂油机涂防锈油.带钢继续运行到出口剪切除焊缝,卷取机收带尾、卸卷小车卸卷.带头通过出口转向夹送辊,并在皮带助卷器的协助下进入卷取机卷取 2~3 圈后,机组升速正常生产.

当卷取机上钢卷的质量达到预定值时,机组停机并进行分卷操作.卸卷小车将钢卷卸下并运送至出口鞍座进行称重、打捆,再由行车吊往仓库等待发货.切断的带钢则从分切剪穿带至卷取机重新卷取.当开卷机上的钢卷生产完毕时,机组减速,带尾经过剪切后送至焊机处^[4-7].

下一卷带钢经过上卷、开卷、直头、切头后送至焊机处与上一卷带尾进行焊接.焊接后的带钢经切边检查、涂油、切除焊缝、收带尾、卸卷后,带头进入卷取机,机组升速生产,其简要工艺流程如图 2 所示.

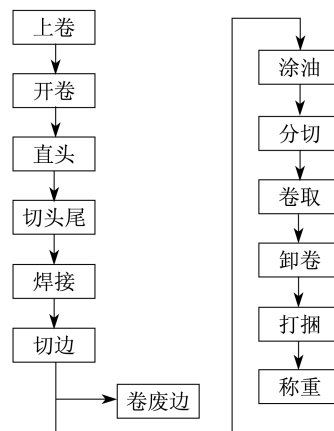


图 2 工艺流程简图

Fig.2 Production process

2 机组产量计算

机组产量计算方法依据机组工艺流程的分析及生产周期的确定得出,具体内容包括年生产时间的确定、运行时间和辅助时间的计算及生产周期的确定.

2.1 机组年生产时间

汽车板重卷检查机组生产按三班制,1 a 有 15 d 的年停机检修,并有 30 次、每次 12 h 的定期停机检修时间,则每年生产时间计算如下:

日历时间: $365 \times 24 = 8\,760$ h

年停机检修时间: $15 \times 24 = 360$ h
 定期停机检修时间: $30 \times 12 = 360$ h
 作业率: 80%
 生产时间: $(8\,760 - 360 - 360) \times 80\% = 6\,432$ h
 机组产量能否满足计划产量可由机组年需生产时间来判定^[8].

2.2 生产周期

基于上述工艺流程分析,现对生产周期进行量化分解.产量以机组入口为准,生产周期为机组入口处每一个大卷生产完所需的时间.根据机组工艺流程可作出如图 3 所示生产周期图.生产周期分为运行时间 T_a 和辅助时间 T_b 两部分,运行时间为机组匀速生产所需时间;辅助时间为钢卷上卷到钢卷卸卷过程中除去运行时间之外的所有时间,其详细定义如表 1 所示.

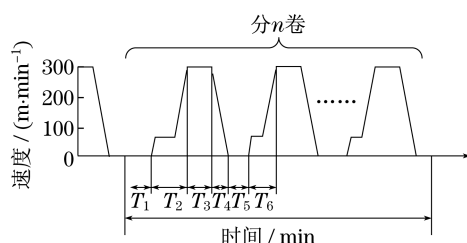


图 3 机组生产周期图

Fig.3 Production period

表 1 辅助时间

Tab.1 Auxiliary time explained

项 目	内 容
停机时间 T_{b1}	上卷、切头尾、焊接、切边宽度调整、切焊缝及停机检查等操作时间
穿带时间 T_{b2}	机组加减速及穿带时间
分卷时间 T_{b3}	分切、收尾、卸卷、重新穿带时间

设已知来料带钢厚为 t , 宽为 b , 来料大卷分卷数为 n , 机组长度为 L_a , 头尾剪切长度为 L_b , 分切剪至卷取机的距离为 L_c . 辅助时间中主要动作的时间计算如表 2 所示, 则根据图 3 所示生产周期图, 可确定机组生产周期 $T^{[8]}$.

带钢长度 L : $L = Mb / (7.85tb)$

运行时间 T_a : $T_a = nT_3 = (L - L_a - L_b - nL_c) / V$

辅助时间 T_b : $T_b = T_{b1} + T_{b2} + T_{b3} = T_1 + (T_2 + T_4) + n(T_5 + T_6)$

生产周期 T : $T = T_a + T_b$

式中, T_1 为穿带运行中的停机时间, min; T_2 为穿带运行及加速时间, min; T_3 为每个成品卷的匀速

生产时间, min; T_4 为减速时间, min; T_5 为分切及卸卷等时间, min; T_6 为分切后穿带及加速时间, min; M 为入口钢卷质量; n 为每个钢卷的分卷数量; V 为机组工作速度.

a 为加减速率, V_a 为穿带速度, L_1 为穿带行程.

表 2 主要动作辅助时间计算表

Tab.2 Calculating formula for auxiliary time

动作时间	时间计算公式	说明
鞍座升起/下落时间 t_1 :	$t_1 = L_1 / V_1$	L_1 为油缸行程 V_1 为油缸伸缩速度
上/卸卷时间 t_0	$t_0 = t_1 + t_2$	
小车移动时间 t_2 :	$t_2 = L_2 / V_2$	L_2 为小车行程 V_2 为小车速度
剪切时间 t_3	$t_3 = L_3 / V_1$	L_3 为油缸行程
焊接时间 t_4	$t_4 = L_4 / V_4$	L_4 为带钢宽度 V_4 为焊接速度
加/减速时间 t_5	$t_5 = (V - V_0) / a$	V_0 为初始速度
穿带时间 t_6	$t_6 = L_6 / V_a$	
分切时间 t_7	$t_7 = L_7 / V_1$	L_7 为油缸行程
收尾时间 t_8	$t_8 = L_8 / V_a$	L_8 为收带尾行程

2.3 产量计算

根据上述确定的生产周期, 可计算入口卷数 N , 卷数小时产量 Q_t , 年需生产时间 T_r , 实际年产量 Q .

入口年生产卷数 N : $N = \lceil Q_1 / M \rceil$ (个).

小时产量 Q_t : $Q_t = M / 60T$ (t/h).

年需生产时间 T_r : $T_r = NT / 60$ (h).

实际年产量 Q : $Q = Q_t T_r / 10\,000$ (万 t).

式中, Q_1 为带钢计划年产量, t; $\lceil \rceil$ 表示计算结果向上取整.

由此计算得到实际产量和年需生产时间, 即可得出机组在现有工艺的基础上的产量能否满足计划要求, 从而为生产效率的提高及工艺优化提供理论依据.

2.4 范例

产量的需求以用户提供的产品需求表为依据, 以机组入口为准, 按钢板宽度和厚度进行产品分配, 产品需求表如表 3 所示(见下页). 进行产量计算, 首先要确定机组工作速度、穿带速度、加减速率、来料钢卷规格和成品规格、来料大卷分卷数和机组长度等机组主要技术参数. 已知机组长度 $L_a = 62$ m, 头尾剪切长度 $L_b = 6$ m, 分切剪至卷取机的距离 $L_c = 6$ m, 来料大卷分卷数 $n = 3$. 根据以上分析及计算方法可得到如表 4 所示的产量计算结果.

由表 4(见下页)可知, 机组年需生产时间 $T_a = 5\,971.52$ h $< 6\,432$ h, 机组能够满足产能需求. 由表 4 中的数据可知, 辅助时间占生产周期的 60%~

80%以上,由此可知,影响机组产量的关键因素是生产周期中的辅助时间.因此,对生产工艺和生产节奏进行优化,缩短辅助时间,就可以降低机组运行速度,从而降低机组容量、设备配置、建造成本以及日常生产维护的能耗.由此可见,机组产量计算结果为机组工艺优化提供了理论依据.

表 3 产品需求表
Tab.3 Product mix

厚度/ mm	宽度/mm								合 计	
	950		1150		1350		1550			
	产量(t·a ⁻¹)	百分率/%	产量(t·a ⁻¹)	百分率/%	产量(t·a ⁻¹)	百分率/%	产量(t·a ⁻¹)	百分率/%	产量(t·a ⁻¹)	百分率/%
0.5	4 540	2.27	33 060	16.53	29 340	14.67	1 860	0.93	68 800	34.40
0.7	4 800	2.40	22 140	11.07	22 140	11.07	16 000	8.00	65 080	32.54
0.9	2940	1.47	13 600	6.80	12 000	6.00	7 460	3.73	36 000	18.00
1.1	1 840	0.92	7 740	3.87	6 660	3.33	2 940	1.47	19 180	9.59
1.8	1 120	0.56	4 000	2.00	3 960	1.98	1 860	0.93	10 940	5.47
小计	15 240	7.62	80 540	40.27	74 100	37.05	30 120	15.06	200 000	100.00

表 4 产量计算结果
Tab.4 Capacity calculating result

序号	典型来料规格			入口钢卷 质量/t	入口 卷数/个	实际产量/ 万 t	速度/ (m·min ⁻¹)	辅助时 间/min	运行时 间/min	生产周 期/min	小时产量/ (t·h ⁻¹)	年需生产 时间/h
	厚度/mm	宽度/mm	长度/m									
1	0.5	950	4 586	17.1	266	0.45	300	25.63	15.29	40.92	25.08	181.40
2	0.5	1 150	4 586	20.7	1 598	3.31	300	27.50	15.29	42.79	29.03	1 139.55
3	0.5	1 350	4 586	24.3	1 208	2.94	300	29.82	15.29	45.11	32.32	908.15
4	0.5	1 550	4 586	27.9	67	0.19	300	31.55	15.29	46.84	35.74	52.30
5	0.7	950	3 276	17.1	281	0.48	300	26.13	10.92	37.05	27.69	173.51
6	0.7	1 150	3 276	20.7	1 070	2.21	300	27.80	10.92	38.72	32.08	690.49
7	0.7	1 350	3 276	24.3	912	2.22	300	30.12	10.92	41.04	35.53	623.79
8	0.7	1 550	3 276	27.9	574	1.60	300	31.55	10.92	42.47	39.42	406.29
9	0.9	950	2 548	17.1	172	0.29	300	26.55	8.49	35.04	29.28	100.46
10	0.9	1 150	2 548	20.7	657	1.36	300	28.00	8.49	36.49	34.03	399.59
11	0.9	1 350	2 548	24.3	494	1.20	300	30.10	8.49	38.59	37.78	317.75
12	0.9	1 550	2 548	27.9	268	0.75	300	31.95	8.49	40.44	41.39	180.64
13	1.1	950	2 085	17.1	108	0.18	300	26.85	6.95	33.80	30.36	60.84
14	1.1	1 150	2 085	20.7	374	0.77	300	28.20	6.95	35.15	35.34	219.09
15	1.1	1 350	2 085	24.3	275	0.67	300	30.50	6.95	37.45	38.93	171.64
16	1.1	1 550	2 085	27.9	106	0.30	300	32.10	6.95	39.05	42.87	68.99
17	1.8	950	1 274	17.1	66	0.11	300	27.00	4.25	31.25	32.84	34.37
18	1.8	1 150	1 274	20.7	194	0.40	300	28.50	4.25	32.75	37.93	105.88
19	1.8	1 350	1 274	24.3	163	0.40	300	30.90	4.25	35.15	41.48	95.48
20	1.8	1 550	1 274	27.9	67	0.19	300	32.75	4.25	37.00	45.25	41.31
实际年产量						20.02	年总需生产时间				5 971.52	

3 结束语

在分析常用的汽车板重卷机组生产工艺的基础上,对机组生产周期进行分解,探讨产量计算的方法,并举实例进行验算,计算方法简单实用,为提升机组效率、优化机组工艺提供理论依据,也可为同类机组设计计算提供参考.

参考文献:

[1] 封国根,金再柯,晁桂英.宝钢 1550 冷轧精整卷线产能影响因素分析[J]. 宝钢技术,2006(5):64-68.
[2] 姜洪涛,王帅,王滨生.1780 重卷机组的设计开发研制

[J]. 设计与研究,2006(3):9-10.
[3] 王晓波.唐钢冷轧带钢重卷机组简介[C]//2007 年河北省轧钢技术与学术年会论文集(下册),2007.
[4] 陈龙官,黄伟.冷轧薄钢板精整生产技术[M].北京:冶金工业出版社,2009.
[5] 宋全斌.重卷机组的工艺原理及应用[J]. 价值工程,2010,29(15):185-186.
[6] 任玉成,春雷,周德奇,等.拉弯矫直重卷生产工艺研究[J]. 重型机械,2008(3):32-39.
[7] 陈延霞,孔令强.重卷机组的优化设计[J]. 工业技术,2011(10):106-107.
[8] 许崇勇,袁勋臣.攀钢重卷分切机组的总体方案设计[J]. 一重技术,1995(4):25-27.

(编辑:石 瑛)