



上岗之路

涂装工 技能实战训练

机械工业职业教育研究中心 组编

提高版

上岗取证之法宝
学习技能之锦囊



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本系列丛书分入门版和提高版, 书中以技能训练实例为主, 遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂循序渐进的规律, 以提高读者的综合技能水平。本书是提高版, 主要内容包括: 涂装施工前的估工、估料; 常用涂装生产线设备工具; 涂装前表面预处理; 表面预处理工艺分析能力训练; 高保护、高装饰性涂层的涂装; 产品涂装工艺分析; 涂料与涂装和使用过程中涂膜疵病的防治及其工艺分析; 涂装工艺实例; 涂料与涂膜或涂层的质量检测; 涂装过程中的环保治理等。书末还附有技能考核自测题。

本书图文并茂、形象直观, 文字叙述简明扼要、通俗易懂, 可供中级技术工人培训和自学之用, 也可作为技工学校、职业技术学校的生产实习教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

涂装工技能实战训练: 提高版/机械工业职业教育研究中心组编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2004. 9

(上岗之路)

ISBN 7-111-04895-4

I. 涂... II. 机... III. 涂装—基本知识 IV. TQ639

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 090590 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 俞逢英 版式设计: 霍永明 责任校对: 张媛

封面设计: 鞠杨 责任印制: 李妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 2 月第 2 版·第 2 次印刷

850mm×1168mm $1/32$ · 14 印张 · 374 千字

定价: 24.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

68326294、68320718

封面无防伪标均为盗版

出版说明

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革和发展的决定》精神,满足企业职工学习技能的需要,我们组织出版了这套“上岗之路”丛书。

本套丛书共 30 本,包括 15 个工种的入门版和提高版,是根据原机械工业部统编的《机械工人操作技能培训教材》重排修订而成的。原教材作为我国第一套操作技能培训教材,以其内容实用,训练实例典型、通用、可操作性强,立体插图形象直观,文字叙述简明扼要、通俗易懂等特点,在工矿企业的技能培训,技工学校、职业技术学校的实习教学等方面发挥了很大的作用,受到了广大读者的好评,直到现在仍有不少读者订购。但由于原教材采用铅排印刷,不便于再版。为使这套教材更好地发挥其作用,经与编委会协商,决定对其进行重排修订。

为保持本套书的特色,本次修订仅对原教材中结构安排不合理之处进行调整,删去部分意义不大、代表性不强的内容,并适当补充一些必要的新知识,全面采用新的技术标准。为便于读者携带,开本由原来的 16 开改为大 32 开。

本套丛书可供初、中级技术工人培训和自学之用,也可作为技工学校、职业技术学校的生产实习教学用书。

本书由梁省三、孙鹏侠编著,李羲绘图,程长春审稿。

由于修订时间仓促,书中难免有缺点和错误,恳切希望广大读者批评指正,以便下次修订时参考。

机械工业职业教育研究中心

目 录

出版说明

单元 1 涂装施工前的估工、估料	1
技能训练 1 涂装施工前的估工	1
技能训练 2 涂装施工前的估料	14
单元 2 常用涂装生产线的设备工具	21
技能训练 1 涂装前表面预处理生产线设备工具的操作及其 维护保养	21
技能训练 2 空气喷涂生产线设备的操作及其维护保养	34
技能训练 3 高压无气喷涂生产线设备工具的操作及其维护保养	43
技能训练 4 电泳涂装生产线设备工具的操作及其维护保养	49
技能训练 5 静电喷涂生产线设备工具的操作及其维护保养	57
技能训练 6 粉末静电喷涂生产线设备工具的操作及其维护保养	67
单元 3 涂装前的表面预处理	74
技能训练 1 钢铁表面的多合一处理	74
技能训练 2 有色金属的表面预处理	104
技能训练 3 非金属的表面预处理	124
单元 4 涂装前表面预处理工艺分析能力训练	134
技能训练 1 涂装预处理工艺的选择	134
技能训练 2 工艺条件的控制对预处理质量的影响	148
技能训练 3 涂装预处理工艺的制定	155
单元 5 高保护、高装饰性涂层的涂装	160
技能训练 1 高保护性涂层的涂装	160
技能训练 2 复杂件高装饰性涂层的涂装	171

技能训练 3 自干型高装饰性涂层修补的涂装	178
技能训练 4 空气喷涂生产线的涂装	188
技能训练 5 高压无气喷涂生产线的涂装	196
技能训练 6 电泳涂装生产线的涂装	199
技能训练 7 电泳涂料工作槽液的调整	206
技能训练 8 静电喷涂生产线的涂装	212
技能训练 9 粉末涂装生产线的涂装	219
技能训练 10 美术涂料的涂装	232
单元 6 产品涂装工艺分析能力训练	242
技能训练 1 制定产品涂装工艺规程的工艺分析	242
技能训练 2 涂装精度及配套体系质量的工艺分析	247
技能训练 3 涂装工艺参数的选择及验证工艺的分析	258
单元 7 涂料与涂装和使用过程中涂膜疵病的防治	269
技能训练 1 涂料疵病的防治	269
技能训练 2 涂膜疵病的防治	273
技能训练 3 电泳涂装中常见疵病的防治	295
单元 8 涂料与涂膜疵病工艺分析能力训练	303
技能训练 1 涂料疵病与涂料生产、贮存保管的工艺分析	303
技能训练 2 涂膜疵病与涂装工艺分析	306
单元 9 涂装工艺实例	315
技能训练 1 电机产品的涂装	315
技能训练 2 仪器仪表产品的涂装	321
技能训练 3 湿热带机电产品的涂装	325
技能训练 4 机床的涂装	329
技能训练 5 高、低压电控柜的粉末静电喷涂	336
技能训练 6 高装饰性木器家具的涂装	339
技能训练 7 压铸铝合金产品的涂装	343
单元 10 涂料与涂膜或涂层的质量检测	347
技能训练 1 涂料质量的检测	347

技能训练 2 涂膜、涂层质量的检测	358
单元 11 涂装过程中的环保治理	374
技能训练 1 废水处理	374
技能训练 2 废气处理	388
技能训练 3 废渣处理	398
技能考核自测题	401
1. 高装饰性木器家具涂装清漆	401
2. 大、中型客车的表面涂装	403
3. 湿热带电动机外壳的涂装	405
4. 汽车车架的表面涂装	407
5. 机床的涂装	409
6. 仪表外壳的粉末涂装	411
7. 铝及铝合金箱盖的涂装	413
8. 防爆电器外壳的粉末涂装	415
9. 湿热带低压电控柜的涂装	417
10. 压铸铝工件表面的粉末静电喷涂	419
11. 高、低压电控柜的粉末静电喷涂	421
12. 高级小客车的表面涂装	423
13. 拖拉机部件及整机的涂装	425
14. 电度表外壳的粉末静电喷涂	427
15. 潜水泵外壳的涂装	429
16. 汽车局部外壳的修补涂装	431
17. 钢琴式结构电控台外壳的喷涂锤纹漆	433
18. 仪器仪表外壳喷涂皱纹漆	435
19. 摩托车涂装金属闪光漆	437
20. 金属制品表面涂装透明漆	439

涂装施工前的估工、估料



技能训练 1

涂装施工前的估工

1. 手工喷涂的估工

(1) 估工的依据 涂装施工前的估工，就是操作前对完成一定数量的涂装生产任务所用的时间，进行粗略地估算。估算的工时并不要求十分准确，但应与产品涂装的工时定额基本接近。估算工时，其主要依据是涂装施工某种产品或者某项工程的工时定额。

(2) 工时定额的制定

1) 常用方法选择：涂装工时定额的制定，是依据产品设计图样中规定的技术要求和产品涂装技术标准以及产品涂装工艺规程进行的。制定涂装工时定额常用的方法有实测法和类比法两种。实测法是在涂装施工现场，对操作熟练程度不同的工人完成某批产品或某项工程的涂装施工所耗用的人工劳动时间进行实际测定，然后计算出平均值，作为某批产品或某项工程的涂装工时定额。由于工人的操作熟练程度不同，所得到的工时定额的误差较大。类比法是参照同类或相似产品的工时定额，也有一定的误差。

2) 工时定额的组成：涂装工时定额由作业时间（或称实际操作时间）、辅助操作时间、休息时间及其他时间组成。作业时间包括预处理作业时间和涂漆作业时间。辅助操作时间包括涂装施工前准备时间。布置场地时间以及涂装后的自检及交检等时间。通过实际测算，辅助操作时间、休息时间及其他时间约

占作业时间的 1/3。该时间用系数 K 表示, 一般 K 值为 30% ~ 32%, 工时定额可按下面公式进行计算:

$$T = T_{\text{作}}(1 + K) \quad (1-1)$$

式中 T ——工时定额 (min);

$T_{\text{作}}$ ——作业时间 (min);

K ——系数。

集体操作的个人工时定额可按式计算:

$$T_{\text{个}} = \frac{T_{\text{单}}}{S}$$

式中 $T_{\text{个}}$ ——个人工时定额 (min);

$T_{\text{单}}$ ——单件工时定额 (min);

S ——岗位人数。

出口或湿热带用产品的工时定额, 根据技术要求不同, 将上面工时定额乘上经验系数, 一般经验系数取 1.5 ~ 3, 则出口件或湿热带用产品的工时定额可按式计算:

$$T_{\text{出}} = T_{\text{作}}(1 + K)f$$

式中 $T_{\text{出}}$ ——出口产品工时定额 (min);

$T_{\text{作}}$ ——作业时间 (min);

K ——非作业时间占作业时间的百分比;

f ——经验系数。

(3) 手工喷涂工时定额的制定 作业时间是预处理和涂漆前清理、摆放工件、遮蔽和清理遮蔽、翻转工件、喷涂底漆和面漆、刮涂和打磨腻子及二道浆、涂层干燥等工序所用时间的总和。

1) 预处理作业时间: 铸件和厚板件等, 大多采用手工或机械清理, 包括喷砂、喷丸和滚筒处理等, 去除工件表面的铁锈和氧化皮, 作业时间用清理单位面积使用的时间表示, 表 1-1 为手工或机械预处理 1m^2 工件的经验作业时间。钢铁件一般采用化学处理。脱脂、除锈和磷化处理普遍采用浸渍法分步操作。由于工件的形状和大小不同, 处理槽的容积不相等, 以及工艺

配方等因素,处理每平方米所耗用时间差距较大,化学预处理作业时间见表1-2。

表 1-1

序号	预处理方式	清理 1m ² 的时间/min		
		小型件 (0.3m ² 以内)	中型件(0.4 ~1.5m ² 以内)	大型件 (1.5m ² 以上)
1	使用铲刀、刮刀、钢丝刷 等手工处理	10 ~ 15	8 ~ 10	≥ 6
2	手动、机械和钢丝刷配 合处理	—	4 ~ 6	≥ 4
3	喷砂处理	—	3 ~ 5	≥ 1.5
4	喷丸处理	—	2 ~ 3	≥ 1.0
5	滚筒处理	0.75 ~ 1	—	—
6	甩砂机处理	0.1 ~ 0.5	—	—

表 1-2

工件面积 /m ²	作业时间 /min	工件面积 /m ²	作业时间 /min	工件面积 /m ²	作业时间 /min
0.15	1.30	0.95	2.75	1.75	5.80
0.20	1.40	1.0	2.85	1.80	6.0
0.25	1.50	1.05	2.95	1.85	6.25
0.30	1.60	1.10	3.0	1.90	6.45
0.35	1.65	1.15	3.10	1.95	6.70
0.40	1.75	1.20	3.20	2.0	6.95
0.45	1.85	1.25	3.45	2.05	7.15
0.50	1.95	1.30	3.70	2.10	7.40
0.55	2.05	1.35	3.95	2.15	7.60
0.60	2.15	1.40	4.15	2.20	7.85
0.65	2.25	1.45	4.40	2.25	8.10
0.70	2.30	1.50	4.60	2.30	8.30
0.75	2.40	1.55	4.85	2.35	8.55
0.80	2.50	1.60	5.10	2.40	8.70
0.85	2.55	1.65	5.30		
0.90	2.65	1.70	5.55		

滚筒和甩砂机所用时间是指处理 1kg 工件的作业时间。

工件经预处理后,表面还残存有少量的污物杂质,如手工除锈、机械除锈、干喷砂和喷丸处理等,会使工件表面附有灰尘;湿喷砂处理后,工件的凹腔部分会积存一定的水分;化学处理后工件表面也容易产生局部脱脂、除锈不彻底,磷化膜表面挂有白灰等现象。以上预处理形成的缺陷,在涂装施工前要用洁净的压缩空气清理,或用擦布蘸上有机溶剂擦净工件表面,其作业时间见表 1-3 和表 1-4。

表 1-3

工件面积/m ²	清理 1m ² 时间/min	工件面积/m ²	清理 1m ² 时间/min
0.01 ~ 0.02	0.05 ~ 0.085	0.2 ~ 1.0	0.49 ~ 0.88
0.021 ~ 0.03	0.09 ~ 0.14	1.1 ~ 2.0	0.95 ~ 1.60
0.032 ~ 0.04	0.145 ~ 0.18	2.1 ~ 3.0	1.72 ~ 2.26
0.041 ~ 0.05	0.20 ~ 0.24	3.1 ~ 4.0	2.48 ~ 3.06
0.051 ~ 0.06	0.26 ~ 0.3	6 ~ 10	7.9 ~ 10.4
0.061 ~ 0.07	0.32 ~ 0.35	12 ~ 16	11.7 ~ 14.05
0.071 ~ 0.09	0.37 ~ 0.43	18 ~ 20	15.3 ~ 16.4
0.091 ~ 0.1	0.44 ~ 0.47	22 ~ 24	17.4 ~ 18.4

表 1-4

序号	工件几何形状	作业条件 处理面积 /m ²	在工作台上擦净 1m ² 的时间				
			0.1m ² 以内	0.25m ² 以内	0.5m ² 以内	1.0m ² 以内	2.0m ² 以内
1	外形简单		1.4 ~ 1.6	1.0 ~ 1.2	0.8 ~ 1.0	0.6 ~ 0.8	0.4 ~ 0.5
2	外形中等复杂		1.8 ~ 2.0	1.4 ~ 1.6	1.0 ~ 1.2	0.8 ~ 1.0	0.8 ~ 0.9
3	外形复杂		2.2 ~ 2.4	1.8 ~ 2.1	1.5 ~ 1.8	1.2 ~ 1.5	1.0 ~ 1.4

擦拭工件表面的作业时间由工件的几何形状和处理面积,以及工件的表面状况确定。几何形状复杂,如凹角、缝隙较多、处理面积小、单位面积处理时间就多;而几何形状简单,如板状或管状工件,处理面积大,单位面积处理时间就少。工件表面油污和杂质较多,可将表中所列时间增加 1 ~ 2 倍。工件的几何外形差异很大,一般可粗略的分为简单的、中等复杂的和复杂的三种类型如图 1-1 所示。

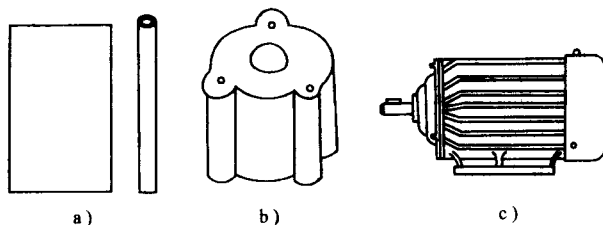


图 1-1

a) 形状简单的工件 b) 中等复杂程度的工件

c) 形状复杂的工件

2) 摆放工件的作业时间: 摆放前的工件, 经过用压缩空气清理及用擦布擦净后, 已经放置在工作台上或者与工作台的距离较近, 摆放工件时间按工件的重量测定, 见表 1-5。

表 1-5

工件重量/kg	摆放每个工件的时间/min	平均时间/min
< 1	0.05 ~ 0.18	0.08 ~ 0.12
< 3	0.20 ~ 0.25	0.22 ~ 0.24
< 5	0.26 ~ 0.30	0.25 ~ 0.28
< 10	0.32 ~ 0.38	0.33 ~ 0.35
< 20	0.40 ~ 0.46	0.42 ~ 0.44
< 30	0.48 ~ 0.60	0.52 ~ 0.56

3) 遮蔽时间: 工件的工作表面及螺栓螺孔等不需要涂漆的部位一般采用硅橡胶, 耐高温油脂、可剥性涂料及胶布等进行遮蔽。螺孔常用螺栓配合堵塞, 所需时间按遮蔽部位面积的大小测定。用螺栓堵塞螺孔的时间见表 1-6, 一般遮蔽所需时间, 按工件的最小面积计算。

表 1-6

遮蔽方式	遮蔽 1m ² 的时间/min				
	≤ 0.01m ²	≤ 0.02m ²	≤ 0.03m ²	≤ 0.04m ²	≤ 0.05m ²
用毛刷涂二硫化钼油脂或硅橡胶	8 ~ 12	8 ~ 10	6 ~ 8	4 ~ 6	3 ~ 5

4) 手工喷涂作业时间: 手工喷涂依照中等程度操作水平测

定,喷涂工具采用 PQ-1 或 PQ-2 型普通喷枪,涂料品种选用硝基磁漆、过氯乙烯磁漆、醇酸磁漆、氨基醇酸磁漆等,施工粘度为 15~30s,涂层厚度为 20~25 μm ,根据工件的几何形状和喷涂操作的难易程度,底涂料和面涂料各喷涂一道,喷涂每平方米底涂料或面涂料的时间见表 1-7。

表 1-7

涂漆难易程度	作业时间 涂层面积 及种类	涂 1m ² 所用时间/min							
		$\leq 0.1\text{m}^2$ 以内		$\leq 0.5\text{m}^2$ 以内		$\leq 3.0\text{m}^2$ 以内		$\leq 5.0\text{m}^2$ 以内	
		底涂 料	面涂 料	底涂 料	面涂 料	底涂 料	面涂 料	底涂 料	面涂 料
外形简单的工件单面涂装		0.42	0.50	0.30	0.35	0.25	0.30	0.20	0.28
外形中等复杂的工件		0.85	0.95	0.65	0.75	0.45	0.50	0.40	0.45
外形复杂的工件		0.95	1.0	0.70	0.80	0.50	0.55	0.45	0.50

腻子 and 二道浆等中间层,刮涂每一层厚度不超过 0.5mm,刮涂和打磨的参考时间数据见表 1-8。

表 1-8

序号	工作内容	刮涂和打磨 1m ² 的时间/min		
		0.02~0.03m ²	0.3~1.5m ²	1.5m ² 以上
1	局部刮腻子填坑	4~6	3~4	3~4
2	满刮头道腻子	15~25	10~15	8~10
3	满刮最后一道腻子	10~20	9~12	7~9
4	用砂纸局部打磨腻子	2.4~5	1.5~2	1~1.5
5	全面湿打磨腻子	30~60	20~30	16~20
6	全面湿打磨最后一道腻子	35~65	25~35	20~25

5) 涂层干燥时间:底涂料、面涂料及腻子层的干燥时间应按使用的涂料品种的干燥条件进行操作,但工件的基体材质、热导率以及涂层厚度的不同,对涂层的干燥时间有一定的影响。在温度一定的条件下,涂层厚度为 20~25 μm 时,薄钢板件比厚钢板件干燥时间要短;铝及铝合金件比钢板件的干燥时间要短;同一品种涂料,深色比浅色干燥时间要长,烘干涂料的干燥时间见表 1-9。

表 1-9

涂料名称	干燥温度/℃	干燥时间/h
酚醛红灰底漆	65 ± 2	≤ 4
铁红醇酸底漆	105 ± 2	≤ 0.5
锌黄醇酸底漆	100 ± 2	≤ 2
铁红环氧底漆	120 ± 2	≤ 1
锌黄环氧底漆	120 ± 2	≤ 1
各色氨基烘干漆	120 ± 2	≤ 2
各色醇酸磁漆	60 ~ 70	≤ 3
各色丙烯酸烘干磁漆	110 ~ 120	0.5 ~ 1
醇酸腻子	100 ~ 120	0.5
各色环氧树脂子	100 ~ 110	0.5
各色酚醛腻子	60 ~ 70	≤ 3

6) 翻转工件的时间：按工件的重量测定。翻转工件的时间可参照表 1-5 摆放工件的时间。

7) 清理遮蔽时间：清理遮蔽一般先用腻子刀刮掉遮蔽层，再用擦布擦拭干净。作业时间可按遮蔽部位面积的大小测定，其时间见表 1-10。

表 1-10

遮蔽面积/m ²	清理时间/min	遮蔽面积/m ²	清理时间/min
0.1	0.192	1.1	0.952
0.2	0.265	1.2	1.025
0.3	0.344	1.3	1.10
0.4	0.421	1.4	1.178
0.5	0.491	1.5	1.26
0.6	0.573	1.6	1.334
0.7	0.654	1.7	1.409
0.8	0.722	1.8	1.494
0.9	0.795	1.9	1.60
1.0	0.875	2.0	1.772

(4) 手工喷涂的估工

1) 熟悉工艺文件：估工前，应先熟悉工艺文件，如产品图中有关涂装的技术要求、涂装技术标准、涂装工艺守则和产品涂装工艺卡片，了解和掌握涂装产品的使用环境、涂装加工

精度等级、使用的涂料品种及涂料颜色以及产品涂装的操作工序等。有些涂装产品，操作工人可以参照同类产品的涂装工序，自行编制涂装工艺流程，但必须满足涂装技术要求，然后，按照工艺流程进行估工。

2) 计算工件面积与重量：估工时，根据工件的外形尺寸，计算其表面积。单面涂装只计算内表面积或外表面积；双面涂装则要计算内外表面积之和。根据基体材料的厚度和密度，再计算出涂装前基体材料的重量。

3) 计算作业时间：依据工件的表面积和质量、工件的几何形状及涂装操作的难易程度，按工件涂装的操作工序，参看表 1-1 ~ 表 1-10 所列参考时间，计算出工件手工喷涂的作业时间。

4) 合理地选择 K 值与经验系数： K 值一般为作业时间的 30% ~ 32%，不宜超过上限值。出口或湿热带使用的涂装产品，经验系数根据涂装加工精度等级进行取值。加工精度为 1 级，经验系数取 2 ~ 3，1 级以上时，经验系数可取 1.5 左右，然后根据公式求出工件涂装的工时定额。

5) 估工：在工时定额基础上进行估工。估算的工时应略高于该种涂装工件的工时定额，一般不应超过工时定额的 5%。

6) 估工举例：图 1-2 所示为用钢板制成的电控箱壳底，几何形状比较简单，涂装操作也比较容易，涂装技术要求是满足一般条件下的使用，加工精度为 2 级，使用的涂料品种是铁红醇酸底漆和灰氨基烘漆及醇酸腻子。其工艺流程为：

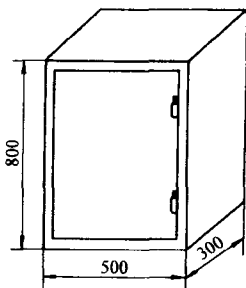


图 1-2

预处理（脱脂、酸洗、磷化）→涂装前清理→摆放工件
→保护接地螺栓遮蔽→涂底涂料→干燥→局部刮腻子→
干燥→打磨→涂头道面涂料→干燥→局部刮最后一道腻子
→干燥→打磨→涂二道面涂料→干燥→清理遮蔽。

估工的估算可按如下步骤进行：

① 按图 1-2 所示尺寸，分别计算壳体的表面积和壳体的重量，壳体的内外表面都要求涂装，计算的面积应是内外表面积之和。

$$\text{壳体的表面积} = 0.8\text{m} \times 0.3\text{m} \times 4 + 0.3\text{m} \times 0.5\text{m} \times 4 + 0.8\text{m} \times 0.5\text{m} \times 2 = 2.36\text{m}^2$$

$$\text{壳体的重量} = 7800\text{kg/m}^3 \times 1.18\text{m}^2 \times 0.001\text{m} = 9.2\text{kg}$$

② 计算手工喷涂壳体的作业时间，由表 1-2 ~ 表 1-10 得：

预处理时间 = 8.7min

用压缩空气清理时间 = 1min

用擦布擦拭时间 = 1.18min

摆放工件时间 = 0.35min

遮蔽时间 = 0.19min

涂底涂料和干燥时间 = 31min

局部刮腻子、干燥和打磨时间 = 36min

涂头道面涂料和干燥时间 = 61.18min

刮最后一道腻子、干燥及打磨时间 = 37.18min

涂二道面涂料和干燥时间 = 61.18min

清理遮蔽时间 = 0.192min

作业时间等于以上各道工序所用时间的总和，经计算得：

作业时间 = 236min

③ 计算工时定额。辅助操作时间、休息时间和其他时间的总和与非作业时间的百分比，也就是 K 值， K 值取作业时间的 30%，按公式计算：

$$\begin{aligned}\text{工时定额} &= \text{作业时间} \times (1 + K) \\ &= 236\text{min} \times (1 + 30\%) = 306.8\text{min}\end{aligned}$$

④ 估工。根据计算结果，将喷涂 1 台电控箱壳体所需工时估算为 310 ~ 320min。

2. 手工生产线的喷涂估工

(1) 估工方法 手工生产线喷涂估工与手工喷涂估工基本相

似,先计算出产品涂装的作业时间,然后按技能训练1中1.的公式,计算出工时定额,再根据工时定额进行估工。由于手工生产线喷涂是流水式生产方式,其作业时间的计算方法与手工喷涂不同。在输送链移动速度一定的条件下,每道生产工序必须有足够的岗位人数,涂装生产才能正常进行。确定了岗位人数和输送链的移动速度,可以计算出作业时间,估工就很容易了。

(2) 工时定额的制定

1) 岗位人数的确定:手工生产线喷涂的岗位人数取决于涂装工艺的选择、工人的操作时间、以及被涂工件通过岗位的时间。涂装工艺简单,操作工序少,岗位人数就少;涂装工艺复杂,操作工序多,岗位人数就多。如果工人的操作时间小于工件通过岗位时间,说明岗位人数多,则可少设置一个岗位或者一个岗位操作几道工序,反之,工人的操作时间大于工件通过岗位的时间,表明岗位人数少,则每道工序设置两个以上岗位,由两个人或几个人操作一道工序。岗位人数一般根据工人操作的熟练程度,经实际测定后设置。

2) 计算作业时间:根据输送链的移动速度,测算出工件通过岗位的时间,如果已知岗位人数,作业时间按下式进行计算:

$$T_{\text{作}} = T_{\text{通}} S$$

式中 $T_{\text{作}}$ ——作业时间;

$T_{\text{通}}$ ——工件通过岗位时间;

S ——岗位人数。

3) 测算工序作业时间:每道工序的作业时间可以作为设置岗位人数的参考依据,如果输送链移动速度变化时,根据每道工序的作业时间,就能够估算出需要增加或减少的岗位人数。

- ① 预处理作业时间参看表 1-1 和表 1-2。
- ② 用压缩空气清理时间参看表 1-3。
- ③ 用擦布擦拭工件表面时间见表 1-11。
- ④ 手工装挂或卸件时间,应按工件的重量、每个挂具装

挂的件数、输送链的节距和装挂的难易程度确定。表 1-12 列出了节距为 1m, 每个挂具装挂 5 个左右重量在 3kg 以内的中小型工件的参考时间。每个挂具装挂 1~2 个, 重量在 5~50kg 工件的, 参考时间见表 1-13。其中 20kg 以上的工件要由两人配合装卸, 装卸时间为 1 人装卸的 2 倍。

表 1-11

序号	作业条件		在悬挂输送链上擦净时间/min									
	工件形状	处理面积 /m ²	0.1	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	
1	几何形状简单		0.21	0.38	0.54	0.96	1.17	1.52	1.70	2.01	2.43	
2	几何形状比较复杂		0.26	0.47	0.68	1.03	1.28	1.65	1.88	2.25	2.56	
3	几何形状复杂		0.31	0.55	0.79	1.16	1.4	1.76	2.01	2.37	2.63	

表 1-12

工件重量 /kg	装挂或卸下	装挂每个工件时间 /min	平均时间 /min
< 1	挂线	0.20 ~ 0.31	0.24 ~ 0.28
	下线	0.20 ~ 0.31	
< 3	挂线	0.30 ~ 0.54	0.38 ~ 0.44
	下线	0.30 ~ 0.54	

表 1-13

工件重量 /kg	装挂或卸下	装卸每个工件时间 /min	平均时间 /min
5	装挂	0.91	0.91
	卸下	0.91	
10	装挂	1.76	1.76
	卸下	1.76	
15	装挂	2.35	2.35
	卸下	2.35	
20	装挂	2.84	2.84
	卸下	2.84	
25	装挂	3.44	3.44
	卸下	3.44	