

煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材

煤炭工业职业技能鉴定指导中心 组织编审

主提升机操作工

(技师、高级技师)



煤炭工业出版社

煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材

主 提 升 机 操 作 工

(技师、高级技师)

煤炭工业职业技能鉴定指导中心 组织编审

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

主提升机操作工: 技师、高级技师/煤炭工业职业技能鉴定
指导中心组织编审. --北京: 煤炭工业出版社, 2010
煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材
ISBN 978-7-5020-3501-3

I. ①主… II. ①煤… III. ①矿井提升机-操作-职业
技能鉴定-教材 IV. ①TD534

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 064216 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.ceiph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm × 960mm¹/₁₆ 印张 14¹/₄
字数 282 千字 印数 1—3,000
2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷
社内编号 6306 定价 38.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换
(请认准封底防伪标识, 敬请查询)

内 容 提 要

本书阐述了煤矿主提升机操作工技师、高级技师职业技能考核鉴定的技能要求及相关知识。内容涉及主提升机的性能测定、大修后验收与试运转、安装调整与试验、自动化控制及培训与指导、管理等方面的知识。

本书是煤矿主提升机操作工技师、高级技师职业技能考核鉴定前的培训和自学教材，也可作为各级各类技术学校相关专业师生的参考用书。

本书编审人员

主 编	张宏干	张宗平	赵万为		
副主编	纪庭超	刘 昕	孟吉业	宋爱平	单玉生
	马始兴	朱立华	张振国	董鹏飞	韩进波
	宁尚根	张 伟	孙利利		
编 写	褚福辉	蔡南男	咎圣杰	赵秀玲	张风华
	宋 彬	杨守峰	王 丽	王士勇	陈家刚
	李 华	杨永慧	刘树岭	曹风林	陈 静
	魏 平	张 伟	李 静		
主 审	姜庆乐				
审 稿	(按姓氏笔画为序)				
	刘鹏程	孙红生	李铭昭	吴兴国	张文勇
	张权志	梁景强			

前 言

为了进一步提高煤炭行业职工队伍素质，加快煤炭行业高技能人才队伍建设步伐，实现煤炭行业职业技能鉴定工作的标准化、规范化，促进其健康发展，根据国家的有关规定和要求，煤炭工业职业技能鉴定指导中心组织有关专家、工程技术人员和职业培训教学管理人员编写了这套《煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材》，作为国家职业技能鉴定考试的推荐用书。

本套职业技能鉴定培训教材以相应工种的职业标准为依据，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色。在结构上，针对各工种职业活动领域，按照模块化的方式，分初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个等级进行编写。每个工种的培训教材分为两册出版，其中初级工、中级工、高级工为一册，技师、高级技师为一册。教材的章对应于相应工种职业标准的“职业功能”，节对应于职业标准的“工作内容”，节中阐述的内容对应于职业标准的“技能要求”和“相关知识”。

本套教材现已经出版 28 个工种的初、中、高级工培训教材（分别是：爆破工、采煤机司机、液压支架工、装岩机司机、输送机操作工、矿井维修钳工、矿井维修电工、煤矿机械安装工、煤矿输电线路工、矿井泵工、安全检查工、矿山救护工、矿井防尘工、浮选工、采制样工、煤质化验工、矿井轨道工、矿车修理工、电机车修配工、信号工、把钩工、巷道掘砌工、综采维修电工、主提升机操作工、主扇风机操作工、支护工、锚喷工、巷修工）和 7 个工种的技师、高级技师培训教材（分别是：采煤工、巷道掘砌工、液压支架工、矿井维修电工、综采维修电工、综采维修钳工、矿山救护工）。此次出版的是 7 个工种的初、中、高级工培训教材（分别是：矿井通风工、矿井测风工、采煤工、采掘电钳工、安全仪器监测工、综采维修钳工、瓦斯抽放工）

和 11 个工种的技师、高级技师培训教材（分别是：爆破工、采煤机司机、装岩机司机、矿井维修钳工、安全检查工、主提升机操作工、支护工、巷修工、矿井通风工、矿井测风工、采掘电钳工）。其他工种的初、中、高级工及技师、高级技师培训教材也将陆续推出。

技能鉴定培训教材的编写组织工作，是一项探索性工作，有相当的难度，加之时间仓促，缺乏经验，不足之处恳请各使用单位和个人提出宝贵意见和建议。

煤炭工业职业技能鉴定指导中心

2010 年 5 月

目 次

第一部分 主提升机操作工技师技能

第一章 主提升机的性能测定	3
第一节 提升钢丝绳的技术测定	3
第二节 提升速度图的测试与验算	5
第三节 提升力图的测试与验算	13
第四节 交流拖动电动机功率验算与测试	17
第五节 启动电阻的计算、选配与测试	19
第六节 提升机制动性能的验算与测试	25
第七节 多绳摩擦式提升机的防滑测试	36
第八节 提升钢丝绳张力平衡状态的测试及调整	42
第二章 主提升机大修后的验收与试运转	45
第一节 主提升机的验收	45
第二节 主提升机的试运转	52
第三章 培训指导	81
第四章 管理	86

第二部分 主提升机操作工高级技师技能

第五章 主提升机的安装、调整与试验	99
第一节 主提升机的安装	99
第二节 主提升机的调整	116
第三节 主提升机的试验与安全生产维护	122
第六章 自动化控制主提升机	126
第一节 可编程控制器	126
第二节 提升机 PLC 控制技术	137
第三节 变频控制技术	156

第七章 培训指导	170
第一节 编写教案的要求.....	170
第二节 培训教学的主要方法.....	174
第三节 指导的内容和方法.....	175
第八章 管理	177
第一节 设备安全管理.....	177
第二节 安全管理技术.....	183
第三节 技术论文写作.....	195
附录一 《煤矿机电设备检修质量标准》摘录	201
附录二 《矿山机械安装工程质量标准》摘录	204
参考文献.....	219

第一部分

主 提 升 机 操 作 工
技 师 技 能

第一章 主提升机的性能测定

第一节 提升钢丝绳的技术测定

一、影响提升钢丝绳使用寿命的因素

提升钢丝绳是提升设备的重要组成部分之一，保证其安全可靠地运行，对于矿井安全提升具有极其重要的意义，在生产中应予以足够的重视。提升钢丝绳在工作时受到多种应力作用，如静应力、动应力、弯曲应力、接触应力、挤压应力和扭转应力等，这些应力的反复作用将导致钢丝绳疲劳损坏，而磨损与锈蚀也会降低钢丝绳的性能，缩短钢丝绳的使用寿命。钢丝绳因结构不同，在运行中内部钢丝的受力也不相同，因而对钢丝绳的使用寿命也有比较大的影响。钢丝绳横断面的金属密度大小，对其使用寿命也有影响，相同直径的钢丝绳，若抗拉强度相同时，金属密度越大，则破断拉力也越大，因而安全系数也越大，寿命也将随之而提高。另外，钢丝绳不合理使用也会缩短钢丝绳的使用寿命。这些不合理使用包括：“咬绳”现象；使用无衬垫天轮；弯曲比（卷筒或天轮直径与钢丝绳中最粗钢丝直径之比）较小，增加了钢丝绳的弯曲应力；钢丝绳在井筒中的运行阻力较大；钢丝绳使用一定程度后不调头等。

二、提升钢丝绳安全系数的验算

根据安全系数法求得钢丝绳安全系数 m 为

$$m = \frac{Q_d}{F_{jm}} \geq m_a \quad (1-1)$$

式中 Q_d ——钢丝绳中所有钢丝的破断拉力总和，N；

F_{jm} ——钢丝绳所受最大静张力，N；

m_a ——《煤矿安全规程》规定的钢丝绳安全系数，见表 1-1。

若按式（1-1）计算出的 $m < m_a$ ，说明钢丝绳的强度不够，应及时更换新钢丝绳，以确保提升安全。

钢丝绳的钢丝有变黑、锈皮、点蚀、麻坑等损伤时，不得用做升降人员。钢丝绳锈蚀

表1-1 提升用钢丝绳安全系数

用 途		钢丝绳安全系数的最低值 m_s		
		单绳缠绕式提升系统		多绳摩擦式提升系统
		新悬挂时	使 用 中	新悬挂时
专用于升降人员		9	7	$9.2 - 0.0005H$
升降人员和物料	升降人员时			
	混合提升时			
	升降物料时	7.5	6	$8.2 - 0.0005H$
专用于升降物料		6.5	5	$7.2 - 0.0005H$

注：H—钢丝绳悬挂长度，m。

严重、点蚀麻坑形成沟纹、外层钢丝松动时，必须立即更换。钢丝绳的使用、保管、维护、检查、试验等应严格按《煤矿安全规程》的规定执行。

三、提升机最大静张力和最大静张力差的验算

提升机静张力和静张力差的验算，实际上就是验算提升机的强度，即校验所用提升机的允许最大静张力和最大静张力差是否大于提升机实际所受的最大静张力和最大静张力差。若大于则说明其强度足够；若小于则说明其强度不够，必须重选提升机或重新计算扩建挖潜时的一次提升量，选取适当规格的提升容器，一直验算到合格为止。

(一) 最大静张力的验算

1. 单绳缠绕式提升系统

(1) 立井无尾绳提升系统：

$$F_{jm} = Q + Q_z + pH \leq [F_{jm}] \quad (1-2)$$

(2) 斜井提升系统：

$$F_{jm} = (Q + Q_z)(\sin\alpha + f_1 \cos\alpha) + pL_c(\sin\alpha + f_2 \cos\alpha) \leq [F_{jm}] \quad (1-3)$$

2. 多绳摩擦式提升系统

(1) 等重尾绳提升系统：

$$F_{jm} = Q + Q_z + n_1 p(H + h_0 + H_h) \leq [F_{jm}] \quad (1-4)$$

(2) 重尾绳提升系统：

$$F_{jm} = Q + Q_z + n_1 p h_0 + n_2 q(H + H_h) \leq [F_{jm}] \quad (1-5)$$

(3) 轻尾绳提升系统：

$$F_{jm} = Q + Q_z + n_1 p(H + h_0) + n_2 q H_h \leq [F_{jm}] \quad (1-6)$$

(二) 最大静张力差的验算

1. 单绳缠绕式提升系统

$$F_{jc} = Q + pH \leq [F_{jc}] \quad (1-7)$$

2. 多绳摩擦式提升系统

(1) 等重尾绳提升系统:

$$F_{jc} = Q \leq [F_{jc}] \quad (1-8)$$

(2) 重尾绳提升系统:

$$F_{jc} = Q + \Delta H \leq [F_{jc}] \quad (1-9)$$

(3) 轻尾绳提升系统:

$$F_{jc} = Q + \Delta H \leq [F_{jc}] \quad (1-10)$$

式 (1-2) 至式 (1-10) 中:

F_{jm} ——提升机实际最大静张力, N;

$[F_{jm}]$ ——提升机设计允许最大静张力, 可由提升机规格表中查得, N;

F_{jc} ——提升机实际最大静张力差, N;

$[F_{jc}]$ ——提升机设计允许最大静张力差, 可由提升机规格表中查得, N;

Q ——一次提升载荷量, N;

Q_z ——提升容器自重, N;

p ——一根主钢丝绳每米重量, N/m;

q ——一根尾绳每米重量, N/m;

n_1 ——主绳根数;

n_2 ——尾绳根数;

H ——提升高度, m;

h_0 ——从卸载位置到摩擦轮的距离 (塔式井架), m;

H_h ——尾绳环的高度, m;

Δ ——主、尾绳每米重量差, N/m;

α ——井筒倾角, ($^\circ$);

L_c ——钢丝绳最大倾斜长度, m;

f_1 ——容器运行阻力系数, 滚动轴承取 0.015, 滑动轴承取 0.013 ~ 0.030;

f_2 ——钢丝绳运行时与托辊和底板之间的阻力系数, 取 0.15 ~ 0.20。

第二节 提升速度图的测试与验算

矿井提升机应该按照设计的速度图运行。为了了解和研究提升机的实际运行规律, 验算提升机的实际提升能力和电动机功率, 验证电气控制设备整定、调试的合理性, 尤其是

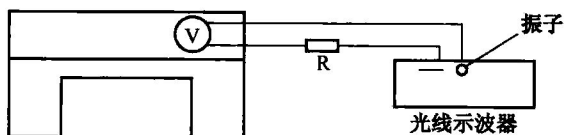
当提升设备有较大变化时，如提升容器的加大、电动机的更换、电控系统的更新改造等，都应该经常性地、及时地实际测试提升速度图。通过对实测速度图的分析 and 验算，掌握提升机的性能，以便精心维护，确保其安全高效地运行，以防患于未然。

一、提升速度图的测试

实测提升速度图的基本方法是利用光线示波器拍摄测速发电机的电压变化规律。其依据原理：提升机在运行过程中，测速发电机发出的电压与提升机的转数成正比。也就是说，测速发电机的电压变化规律反映了提升容器的实际速度变化规律。

（一）测试测速发电机的电压值

测试测速发电机在等速时发出的电压值，可从司机操纵台上的电压表上读得（如220V等）。



V—测速发电机电压表；R—匹配电阻

图 1-1 速度测试接线示意图

（二）接线并实测记录

把测速发电机发出的电压信号通过适当的电阻匹配，再选用灵敏度合适的振子接到光线示波器的一个插座上。按图 1-1 接好线，检查无误后，开动光线示波器，调试振子，选好纸速后，方可开车。经开车加速、等速运行、

减速爬行，至一次提升完毕，停止记录。这样，得到了一个完整的速度图，如图 1-2 所示。

（三）实际速度标定

因为上述记录是测速发电机的电压变化曲线，不是真正的提升容器实际速度的变化曲线，所以必须进行实际速度标定。速度标定的方法是：量出等速运行时的速度 v_m 与对应的光高 x_m ，令 $v_m/x_m = k_v$ ($m \cdot s^{-1} \cdot mm^{-1}$)， k_v 称为速度比例尺。

有了速度标定值就能进行速度的验算了。

（四）最大提升速度的测试

1. 转速表测试法

用转速表测试电动机的实际转速 n ，测量出卷筒直径 D ，传动比 i 为已知，则

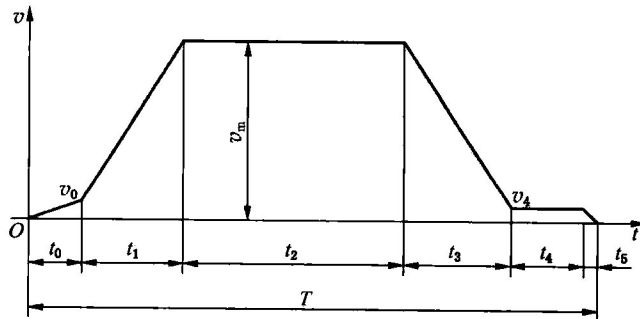


图 1-2 实测立井箕斗提升速度图

$$v_m = \frac{\pi D n}{60 i} \quad (1-11)$$

2. 标定法

实测卷筒每转一周的绳长 L_z 和在等速运行阶段时间 t 内卷筒的转数 N_z , 则

$$v_m = \frac{N_z L_z}{t} \quad (1-12)$$

速度图的合理状况应当是: 各变速阶段中的图形尽可能地接近直线; 初加速度、主加速度、减速度、爬行速度应满足设计速度图的要求; 在保证安全的前提下, 低速爬行阶段及休止时间应尽可能短, 否则电耗大, 一次提升时间过长, 降低提升能力。

二、提升速度图的验算

利用光线示波器拍摄出速度曲线和进行速度标定后, 就可以对速度图各阶段进行分析验算。由于主井、副井使用的提升容器不同, 所以测出的速度图也不同, 有立井罐笼提升速度图和立井箕斗提升速度图。下面以立井底卸式箕斗六阶段速度图为例, 介绍提升速度图的验算步骤。

已知速度标定值 $k_v = v_m / x_m (\text{m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1})$ 。

1. 初加速阶段

(1) 空箕斗出卸载曲轨速度 v_0 (一般 $v_0 \leq 1.5 \text{m/s}$):

$$v_0 = k_v x_0 \quad (1-13)$$

式中 x_0 ——速度为 v_0 时对应的光高。

(2) 空箕斗在卸载曲轨中初加速度 a_0 (一般 $a_0 = 0.5 \text{m/s}^2$):

$$a_0 = \frac{v_0}{t_0} \quad (1-14)$$

式中 t_0 ——空箕斗在卸载曲轨中初加速运行的时间, s。

(3) 空箕斗在卸载曲轨中的行程 h_0 (一般 $h_0 = 2.13 \text{m}$, 新标准系列箕斗 $h_0 = 2.35 \text{m}$):

$$h_0 = \frac{1}{2} v_0 t_0 \quad (1-15)$$

2. 主加速阶段

(1) 主加速度 a_1 :

$$a_1 = \frac{v_m - v_0}{t_1} \quad (1-16)$$

式中 t_1 ——主加速运行的时间, s。

(2) 主加速运行距离 h_1 :

$$h_1 = \frac{1}{2}(v_0 + v_m)t_1 \quad (1-17)$$

3. 等速运行阶段

(1) 等速运行的时间 t_2 及速度 v_m : 可由实拍速度图查出。

(2) 等速运行的距离 h_2 :

$$h_2 = v_m t_2 \quad (1-18)$$

4. 减速阶段

(1) 主减速度 a_3 :

$$a_3 = \frac{v_m - v_4}{t_3} \quad (1-19)$$

式中 v_4 ——爬行速度, m/s;

t_3 ——减速运行时间, s。

(2) 减速运行距离 h_3 :

$$h_3 = \frac{1}{2}(v_m + v_4)t_3 \quad (1-20)$$

5. 爬行阶段

(1) 爬行速度 v_4 (一般 $v_4 = 0.4 \sim 0.5$ m/s):

$$v_4 = k_v x_3 \quad (1-21)$$

式中 x_3 —— v_4 对应的光高, mm。

(2) 爬行距离 h_4 (一般自动操纵时 $h_4 = 2.5 \sim 3.3$ m):

$$h_4 = v_4 t_4 \quad (1-22)$$

式中 t_4 ——爬行时间, s。

6. 施闸停车阶段

(1) 减速度 a_5 (一般 $a_5 \approx 1$ m/s²):

$$a_5 = \frac{v_4}{t_5}$$

(2) 施闸制动时间 t_5 : 一般 $t_5 \approx 0.5$ s。

(3) 施闸停车运行距离 h_5 (数值极小, 可略去不计):

$$h_5 = \frac{1}{2}v_4 t_5$$

其他不同阶段的提升速度图可参照上述方法计算, 在此不再赘述。

速度图的验算结果应填入记录表(表1-2)中。