

矿山大型固定设备技术测试

主编 于 修 陈维健 李功熹

中国矿业大学出版社

矿山大型固定设备技术测试

主 编	于 修	陈维健	李功熹
副主编	张洪来	齐秀丽	刘传玺
	赵 富		
参 编	张永健	陈春茂	王柏华
	高延民	贾 萍	范维元
	王桂海	孟新华	吴思波
	李如彪	刘志民	董依祥

中国矿业大学出版社

(苏)新登字第 010 号

内容提要

本书为适应迅速发展的现代煤炭生产建设的需要,解决矿山生产一线对矿山大型固定设备进行技术测试工作的急需和煤炭院校矿山机电、机械化、电气化专业学生工程实践能力的培养之需要,以实用为宗旨,理论联系实际,内容丰富、系统完整、叙述简炼、通俗易懂,实用性、可操作性强,在介绍常规测试技术、手段的同时尽量反映了目前我国已成熟推广应用的最新测试技术和手段。

本书以国家目前的安全生产方针、政策、法规为依据,全面系统的介绍了单绳缠绕式提升机、多绳摩擦式提升机、通风机、水泵、空气压缩机、锅炉、电动机的基本测试原理、测试要求、测试仪器仪表和测试方法、测试步骤、测试结果的分析、调整、处理等内容。

矿山大型固定设备技术测试

主编 于修 陈维健 李功熹

责任编辑 姜志方

中国矿业大学出版社出版发行

新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 印张 15 字数 400 千字

1995 年 4 月第一版 1995 年 4 月第一次印刷

印数 1~3200 册

ISBN 7 - 81040 - 353 - 2

TD · 31

定价:15.50 元

前 言

提升机、通风机、水泵、空气压缩机、锅炉,作为矿山生产建设中的主要大型固定设备,在矿山生产、建设、发展中占有特别重要的地位。

矿山大型固定设备投入生产运行后,其使用寿命的长短、有效利用率的高低,能否尽量减少或避免设备突发性故障,以保证其安全高效运行、提高矿山企业的经济效益,在很大程度上取决于能否对这些设备在合理使用、精心维护的基础上,运用检测技术、信号分析技术、计算机技术等手段对其工作状态和性能定期及时地进行科学检查、诊断、调整、测试、检测、控制,做到防患于未然,以充分发挥设备的效能。

为适应迅速发展的现代煤炭生产建设的需要,解决矿山生产一线对矿山大型固定设备进行技术测试工作的急需和煤炭院校矿山机电、机械化、电气化专业学生工程实践能力的培养之需要,我们特组织编写了本书。

本书以国家目前的安全生产方针、政策、法规为依据,全面系统地介绍了单绳缠绕式提升机、多绳摩擦式提升机、通风机、水泵、空气压缩机、锅炉、电动机的基本测试原理、测试要求、测试仪器仪表和测试方法、测试步骤、测试结果的分析、调整、处理等内容。

本书以实用为宗旨,理论联系实际,内容丰富、系统完整,叙述简炼、通俗易懂,实用性、可操作性强,在介绍常规测试技术、测试

手段的同时,也尽量反映了目前我国已成熟推广应用的最新测试技术和手段。

本书由于修教授、陈维健副教授、李功熹高工主编,在编著过程中,承蒙山东煤管局机电处杨永保处长(高工)、张希武高工等提出了许多宝贵意见和建议,同时也参阅了许多专家、学者的著作和文献,在此一并谨致谢忱。

由于我们水平所限,书中难免有不尽人意之处,敬请读者批评指正。

编 者

1994 年 10 月

目 录

第一章 单绳缠绕式提升设备技术测定.....	(1)
第一节 提升钢丝绳安全系数的验算.....	(1)
一、提升钢丝绳最大静张力 F_{jm} 的计算	(1)
二、提升钢丝绳安全系数的验算	(5)
三、提升钢丝绳在线无损探伤	(5)
第二节 提升系统总变位质量的计算与测定	(10)
一、提升系统总变位质量 $\sum m$ 的计算	(10)
二、提升系统总变位质量 $\sum m$ 的测定	(11)
第三节 提升机强度的验算	(13)
一、提升机最大静张力 F_{jm} 的验算	(14)
二、提升机最大静张力差 F_k 的验算	(15)
第四节 提升速度图的测定与验算	(16)
一、提升速度图的测定.....	(16)
二、提升速度图的验算.....	(19)
三、提升机主加、减速度的验算	(21)
四、提升机提升能力的验算.....	(26)
第五节 提升力图的测定与验算	(26)
一、提升力图的基本测定原理.....	(27)
二、提升力图的测定方法.....	(28)
三、提升力图的验算.....	(31)

第六节 交流拖动电动机功率验算与测定	(32)
一、电动机功率的验算	(32)
二、电动机功率的测定	(35)
第七节 起动电阻的计算、选配与测定	(35)
一、起动电阻的计算与选配	(36)
二、起动电阻的测定	(47)
第八节 电控系统继电器与磁放大器的测定	(48)
一、过电流继电器 GLQ_1 、 GLQ_2 的测定	(49)
二、欠电压脱扣器及 SYQ 的测定	(51)
三、 JLJ 电流继电器和 SJ 时间继电器的测定	(52)
四、等速阶段限速保护继电器 GSI_2 的测定	(60)
五、方向继电器 ZJ 、 FJ 的测定	(62)
六、低速继电器 SDJ 的测定	(62)
七、速度继电器 $1VJ \sim 3VJ$ 的测定	(62)
八、亚同步速度继电器 YTJ 的测定	(63)
九、线路监视继电器 JSJ 的测定	(63)
十、可调闸磁放大器 CF_1 的测定	(65)
十一、限速保护磁继电器 GSI_1 及磁放大器 CF_2 的测定	(70)
第九节 提升机制动系统性能测定与验算	(72)
一、对制动系统的有关规定和要求	(72)
二、制动力矩的验算与制动级数的确定	(74)
三、制动器工作参数的验算	(80)
四、制动系统的性能测定	(87)
第十节 动力制动性能的测试	(102)
一、动力制动电动机的机械特性计算	(102)
二、动力制动磁放大器的测试(采用发电机组)	(107)
三、单相可控硅动力制动装置的测试	(109)

四、三相可控硅动力制动柜的测试	(111)
第十一节 提升电动机低频制动及爬行性能	
测定与验算	(113)
一、提升电动机低频电源装置的验算	(113)
二、提升电动机在低频下的转矩方程	(114)
三、提升电动机低频特性的计算及特性曲线的 绘制	(116)
四、速度继电器的整定	(118)
第十二节 TKD—A 系列电控限速凸轮板的 绘制及调试	(122)
一、用等速度法绘制限速凸轮板	(122)
二、用等行程法绘制限速凸轮板	(127)
三、限速凸轮板的调整	(130)
第二章 多绳摩擦式提升设备技术测定	(131)
第一节 提升钢丝绳安全系数的验算	(131)
一、影响提升钢丝绳使用寿命的因素	(131)
二、提升钢丝绳的安全系数	(131)
三、钢丝绳安全系数的验算	(132)
四、平衡尾绳的确定及安全系数	(134)
第二节 多绳摩擦式提升机的测定	(135)
一、摩擦轮直径的验算	(135)
二、钢丝绳作用在摩擦轮上的最大静张力和 最大静张力差的验算	(136)
三、摩擦轮衬垫上比压的验算	(136)
四、提升钢丝绳与摩擦衬垫间摩擦系数的测定 ..	(137)
五、提升钢丝绳在摩擦轮上的围包角的 计算与测定	(138)

第三节 多绳摩擦式提升机的防滑测定	(140)
一、提升钢丝绳在摩擦轮衬垫上的防滑条件	(140)
二、静防滑的验算	(141)
三、动防滑的验算	(141)
四、防滑性能分析	(144)
五、钢丝绳在摩擦轮衬垫上的蠕动	(146)
六、提升钢丝绳弹性伸长的测定	(147)
七、多绳摩擦提升的应用范围	(148)
第四节 提升钢丝绳张力平衡状态的测定及调整	(150)
一、影响多绳摩擦式提升机提升钢丝绳张力 不平衡的因素	(150)
二、提升钢丝绳张力和摩擦衬垫直径的测定	(151)
第三章 通风机设备技术测定	(155)
第一节 通风机的性能参数	(156)
一、风压	(156)
二、风量	(161)
三、噪声	(161)
四、功率	(161)
五、效率	(161)
六、转速	(162)
第二节 通风机设备技术测定的原理	(162)
一、通风机的特性曲线	(162)
二、通风网路特性曲线	(162)
三、通风机技术测定原理	(163)
第三节 通风机设备技术测定的方案及其测量方法	(165)
一、测量用的仪器	(165)

二、工况调节方法	(179)
三、测点位置的选择和测量方法	(183)
四、测定的准备工作和技术要求	(198)
第四节 通风机性能参数的换算	(202)
一、实测状态与标准状态的换算	(202)
二、全压特性曲线与静压特性曲线的换算	(203)
三、有因次参数与无因次参数的换算	(205)
第五节 通风机设备技术测定数据的整理与计算	(206)
一、测定数据整理与计算公式	(206)
二、关于计算过程的几点说明	(215)
第四章 排水设备技术测定	(216)
第一节 离心式水泵技术测定的方法与内容	(216)
一、离心式水泵的技术参数	(216)
二、离心式水泵的性能曲线	(218)
三、离心式水泵的测试内容与测试方法	(218)
第二节 水泵流量的测定	(220)
一、水堰测流量	(220)
二、差压式流量计测流量	(223)
三、其它测试流量法	(229)
第三节 离心式水泵扬程的测定	(233)
第四节 水泵轴功率、转速的测定及效率的验算	(235)
一、水泵轴功率及转速的测定	(235)
二、水泵效率及排水装置效率的计算	(236)
三、吨水百米电耗	(237)
第五节 测试结果分析	(241)
一、测试要求	(241)
二、测试结果分析	(241)

第六节 排水装置经济运行和维护排水装置运行	
性能的途径和措施·····	(242)
一、排水装置经济运行的途径和措施·····	(242)
二、维护装置性能的途径和措施·····	(244)
第五章 空气压缩机设备技术测定 ·····	(249)
第一节 空气压缩机性能参数·····	(249)
一、空气压缩机的排气量·····	(249)
二、空气压缩机的供气效率·····	(251)
三、空气压缩机的排气压力·····	(252)
四、空气压缩机的工作效率·····	(252)
五、空气压缩机的比功率·····	(252)
第二节 空气压缩机设备技术测定·····	(253)
一、空气压缩机技术测定目的及其主要内容·····	(253)
二、空气压缩机技术测定方案·····	(254)
三、空气压缩机技术测定注意事项·····	(256)
四、测量仪器与测量方法·····	(257)
五、测试数据及整理计算·····	(272)
六、压气管网漏气量的测定·····	(273)
第三节 空气压缩机测定结果分析及处理·····	(275)
一、有关规定和要求·····	(275)
二、测定结果的分析及处理·····	(276)
第四节 保持空气压缩机经济运行的途径·····	(278)
一、影响空气压缩机排气量的因素和提高排气量的措施·····	(278)
二、提高冷却效果,降低功率消耗·····	(280)
第六章 工业锅炉热平衡测试及节能 ·····	(281)

第一节 概述	(281)
第二节 热工基本术语及概念	(283)
一、质量	(283)
二、密度	(283)
三、比容	(283)
四、压力	(283)
五、流量与流速	(283)
六、温度	(284)
七、比热	(284)
八、热量	(285)
九、工质	(285)
十、工质的热力学状态参数	(285)
十一、物质的显热和潜热	(286)
十二、未饱和水、饱和水、汽化潜热(r)、湿饱和蒸汽、 饱和蒸汽	(286)
十三、过热蒸汽、过热度	(286)
十四、焓	(287)
十五、熵	(287)
第三节 锅炉的基本特性和指标	(287)
一、额定蒸发量(热水锅炉为额定供热量)	(288)
二、额定工作压力	(288)
三、额定温度	(289)
四、额定给水温度	(289)
五、燃烧设备	(289)
六、燃料	(289)
七、受热面面积	(289)
八、过量空气系数	(289)
九、排烟温度	(290)

十、送风温度	(290)
十一、锅炉热效率	(290)
十二、通风方式	(290)
十三、除渣方式	(291)
十四、主要配套辅机	(291)
第四节 锅炉热平衡测试的基本原理	(291)
一、锅炉热平衡原理	(291)
二、锅炉热平衡体系的划分	(293)
第五节 锅炉热平衡测试方案及其测试方法	(294)
一、热平衡测试的基本要求	(294)
二、热平衡测试的准备	(296)
三、热平衡测试的项目和方法	(298)
第六节 锅炉热平衡测试数据的整理与计算	(302)
一、热平衡测试数据的整理	(302)
二、热平衡测试的计算及分析	(305)
第七节 锅炉热效率及其影响因素	(330)
一、锅炉毛效率与净效率	(330)
二、锅炉设计与运行试验效率	(331)
三、锅炉正常运行与实际使用效率	(332)
附表 蒸汽锅炉热工试验报告及测试用表格	(335)
 第七章 电动机的技术测定	 (382)
第一节 旋转电机的基本技术要求	(382)
一、电机的运行条件	(382)
二、温度和温升限值表	(384)
三、介电性能要求	(385)
四、其它特性	(389)
五、换向	(390)

六、容差	(393)
七、波形要求	(393)
八、结构要求	(393)
第二节 异步电动机的技术测定	(397)
一、电气参数确定	(397)
二、异步电动机的测试要求	(399)
三、测试项目	(401)
第三节 交流同步电动机的技术测定	(425)
一、试验准备	(425)
二、测定项目	(425)
第四节 直流电机技术测定	(436)
一、试验电源、仪表选择及试验前检测	(436)
二、直流电动机参数计算	(439)
三、测定项目	(441)
第五节 误差及试验数据处理	(447)
一、误差的分类	(447)
二、系统误差的消除或减弱	(449)
参考文献	(461)

第一章 单绳缠绕式提升设备技术测定

第一节 提升钢丝绳安全系数的验算

提升钢丝绳是提升设备的重要组成部分之一,其安全可靠地运行,对矿井安全提升有着极其重要的意义,在生产中应予以足够的重视。提升钢丝绳在正常工作中,除受到静张力外,其内部还受到弯曲、扭转、接触、挤压等应力的作用,在多种复合应力的作用下,钢丝绳的寿命将大大降低。另外,磨损、腐蚀也是降低钢丝绳寿命、影响安全运行的因素。

由于钢丝绳受力复杂及诸多因素的影响,钢丝绳的使用寿命,到目前为止尚不能精确计算。在我国,提升钢丝绳的选用、验算,均采用安全系数法。即按提升钢丝绳承受的最大静张力并考虑一定的安全系数来选用或验算提升钢丝绳。

一、提升钢丝绳最大静张力 F_m 的计算

提升钢丝绳的最大静张力可根据有关技术资料或实际测出的有关数据进行计算。

1. 立井单绳缠绕式无尾绳提升系统

计算示意图见图 1-1。

$$\text{最大静张力} \quad F_{jm} = Q + Q_z + p H_c \quad (1-1)$$

式中 Q ——一次提升有益载荷量, N;

Q_z ——容器自重, N;

p ——提升钢丝绳每米重力, N/m;

H_c ——钢丝绳最大悬垂长度, m。

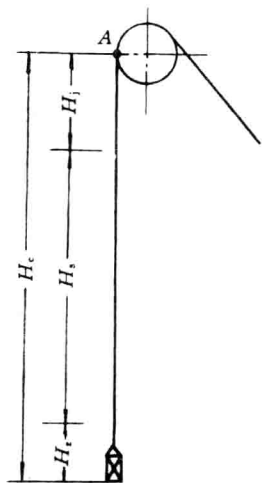


图 1-1 立井单绳缠绕式提升钢丝绳计算示意图

2. 多绳摩擦式提升系统

多绳摩擦式提升钢丝绳计算示意图见图 1-2。

多绳摩擦式提升钢丝绳与单绳缠绕式提升钢丝绳的选择计算及验算相比较,具有如下三个特点应特别引起注意。

① 有 n_1 根主提升钢丝绳,每根主绳承受的终端载荷为 $\frac{1}{n_1}(Q + Q_z)$;

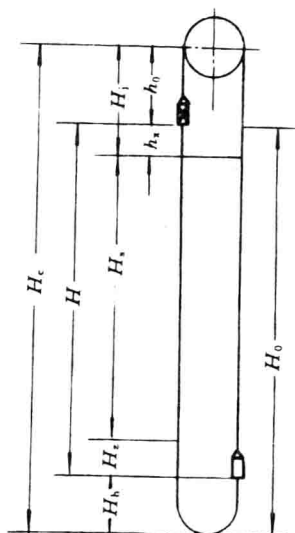


图 1-2 多绳摩擦式提升钢丝绳计算示意图

② 有 n_2 根尾绳, 每根尾绳每米重力为 q , N/m ;

③ 根据主绳和尾绳的每米重力的不同, 有等重尾绳 $n_1 p = n_2 q$, 轻尾绳 $n_1 p > n_2 q$ 和重尾绳 $n_1 p < n_2 q$ 三种情况。一般多采用等重尾绳, 重尾绳也有应用, 轻尾绳使用很少。

① 等重尾绳提升系统 ($\Delta = n_1 p - n_2 q = 0$)

$$F_{jm} = \frac{Q + Q_z}{n_1} + p H_c \quad (1-2)$$

② 重尾绳提升系统 ($\Delta = n_1 p - n_2 q < 0$)

$$F_{jm} = \frac{1}{n_1} (Q + Q_z) + p h_0 + \frac{n_2}{n_1} q H_0 \quad (1-3)$$

③ 轻尾绳提升系统 ($\Delta = n_1 p - n_2 q > 0$)

$$F_{jm} = \frac{1}{n_1} (Q + Q_z) + \frac{n_2}{n_1} q H_h + p (H + h_0) \quad (1-4)$$