

# 采煤设备的试验

〔苏〕И.Л. 爱利金

С.С. 卡扎科夫

Г.Е. 谢夫琴阔

黄守明 译



煤炭工业出版社

# 采煤设备的试验

〔苏〕И.Л.爱利金

С.С.卡扎科夫

Г.Е.谢夫琴阔

---

黄守明 译

煤炭工业出版社

**B** 147474

---

## 内 容 提 要

本书阐明了采煤设备(采煤机、刨煤机、刮板输送机、液压支架、综采成套设备)样机的试验问题。探讨了工厂试验和验收试验两种主要类型的试验。

书中列举了采煤设备工厂试验的目的、大纲和方法,以及所采用的试验台架和测试仪表。探讨了试验数据统计整理方法和形成试验结果的程序。

本书包括了对完成关于矿井试验地点选择和准备方面的工作时提出的要求。书中详细探讨了从采煤设备到矿上和地面检验组装开始,到评价设备的实际工作能力的验收试验全过程。叙述了所探讨的各种类型采煤设备验收试验的目的和特点,以及在井下仪表测试的准备和进行的程序。

书中列入了涉及被试设备可靠性的确定及其经济效益计算的章节。

本书可供从事新采煤设备试验的煤矿工作人员、设计部门和煤矿机械制造厂工程技术人员参考。

责任编辑:殷永龄

И.Л.ЭЛЬКИН С.С.КАЗАКОВ Г.Е.ШЕВЧЕНКО

ИСПЫТАНИЯ

УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ МАШИН

МОСКВА НЕДРА 1980

采煤设备的试验

〔苏〕И.Л.爱利金

С.С.卡扎科夫

Г.Е.谢夫琴阔

黄守明译

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

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 $787 \times 1092^{1/32}$  印张 $10^{1/2}$

字数 228 千字 印数 1—3,020

1984年6月第1版 1984年6月第1次印刷

书号 15035·2620 定价 1.30 元



---

## 前 言

苏联煤炭工业发展的特点是：煤产量急剧增长，煤炭质量不断提高，煤炭生产过程实现综合机械化，从而保证了劳动生产率不断增长，煤的成本不断降低。

解决这些任务最重要的先决条件之一是，除了扩大现有采煤设备的使用范围以外，还研制和广泛推行新的综采成套设备和各种采煤设备：采煤机、刨煤机、运输机、液压支架，以及采煤联动机组。

计划在近期采用先进工艺并研制采煤综合机械化和自动化设备，首先是推行用于瓦斯含量高、顶板管理难、围岩松软的缓倾斜薄煤层和缓倾斜厚煤层的综合机械化和自动化的设备，以保证显著提高回采工作面的平均生产能力和采区工人的劳动生产率。

新的采煤设备包括新的综采成套设备的工厂试验和验收试验是采煤综合机械化设备研制过程的重要阶段。

通过工厂试验和验收试验可评价新产品的工作能力、使用性能，确定进一步改进结构并调整到使其适于工业性生产的方法。完成这些任务既要依靠目测设备的工作情况，即逻辑-经验分析法，又要依靠仪器检验法。用仪器检验法可以获得所需的，客观表征被试对象的单项指标和综合指标。

试验工作的质量和效能，对于产品从设计到移交批量生产的整个循环都有重大影响。

新设备的样机都要经过工厂试验和验收试验两个阶段。

从1974年起，关于煤矿机械产品生产安排的第一个全苏

---

标准 (OCT) 施行以后, 试验工作便正式地纳入研制程序。全苏标准 (OCT) 的制订, 方便了组织各种试验的准备和实施, 并对新设备研制过程中这一最重要阶段执行者的职能和责任作了规定, 对办理手续的程序, 工厂试验和验收试验的准备以及呈报有关的文件内容均作了明确和单一的规定。两个阶段的试验均要求具有高度的技术水平, 即要以现代化方法和试验设备为基础, 以目前已投入工业生产和用于苏联各矿井的各种设备所积累的丰富经验为基础。

作者的目的在于根据部颁标准的要求和矿井试验工作的经验, 在本书中反映矿井主要采煤设备的工厂试验和验收试验的有关问题。

Н.Я. 米尔库洛夫和А.Я. 阿布札罗夫工程师参加了本书第四、五章的编写工作, Е.И. 纳利亚德齐阔夫副博士参加了第三章的编写工作。

---

# 目 录

## 前 言

|       |                                  |    |
|-------|----------------------------------|----|
| 第一章   | 矿井条件对采煤设备结构的影响 .....             | 1  |
| 第二章   | 新采煤设备设计、制造、试验的<br>程序概述 .....     | 6  |
| 第三章   | 采煤设备试验样机 (试制批量样机)<br>的工厂试验 ..... | 13 |
| 1.    | 工厂试验的技术文件 .....                  | 14 |
| 1.1   | 技术任务书 .....                      | 15 |
| 1.2   | 施工文件 .....                       | 15 |
| 1.2.1 | 技术条件 .....                       | 15 |
| 1.2.2 | 工厂试验大纲和方法 .....                  | 16 |
| 1.2.3 | 使用说明文件 .....                     | 18 |
| 1.2.4 | 技术水平和质量卡片 .....                  | 19 |
| 1.3   | 基本参数的标准 .....                    | 23 |
| 1.4   | 技术检查科验收证书 .....                  | 24 |
| 1.5   | 试验单位关于可进行试验的许可证 .....            | 24 |
| 2.    | 主要采煤设备的工厂试验 .....                | 25 |
| 2.1   | 采煤机 .....                        | 25 |
| 2.2   | 刮板输送机 .....                      | 33 |
| 2.3   | 液压支架和综采成套设备 .....                | 36 |
| 3.    | 工厂试验的台架设备 .....                  | 39 |
| 3.1   | 水平试验台和倾斜试验台 .....                | 40 |
| 3.2   | 截割机构试验台 .....                    | 42 |
| 3.3   | 刮板输送机中部槽试验台 .....                | 44 |

---

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 3.4 液压支架静力试验台 .....                        | 46  |
| 3.5 液压支架立柱静力试验和动力试验台 .....                 | 47  |
| 3.6 传动装置负载试验台 .....                        | 47  |
| 4. 试验时的仪表测试 .....                          | 48  |
| 4.1 测试任务 .....                             | 49  |
| 4.1.1 煤的切割阻力 .....                         | 49  |
| 4.1.2 电气参数 .....                           | 54  |
| 4.1.3 运动学参数 .....                          | 59  |
| 4.1.4 负载特性 .....                           | 63  |
| 4.1.5 液压系统特性 .....                         | 69  |
| 4.1.6 运转特性 .....                           | 70  |
| 4.2 测量用专用二次记录仪表 .....                      | 75  |
| 4.3 试验数据的整理方法 .....                        | 78  |
| 4.4 试验数据整理自动化 .....                        | 84  |
| 5. 对采煤设备试验样机工厂试验结果文件的办理<br>及其验收试验的申请 ..... | 88  |
| 第四章 验收试验的准备 .....                          | 90  |
| 1. 验收试验大纲和方法及其它技术文件 .....                  | 90  |
| 2. 试验地点的选择 .....                           | 95  |
| 3. 采区准备和工作面开采的设计 .....                     | 111 |
| 4. 验收试验经费拨出文件的办理 .....                     | 117 |
| 5. 国家矿山技术监察机构对验收试验的审批 .....                | 118 |
| 6. 设计单位试验人员工作组及参加试验 .....                  | 121 |
| 7. 矿区科研所参加验收试验 .....                       | 125 |
| 8. 矿井、生产联合公司、制造厂参加验收试验 .....               | 127 |
| 第五章 验收试验 .....                             | 133 |
| 1. 设备在矿井地面的验收、组装、试运转和调整 .....              | 133 |
| 1.1 卸货和验收 .....                            | 134 |
| 1.2 检验组装和试运转 .....                         | 136 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 1.3 维护人员的培训 .....             | 143 |
| 1.4 矿井地面调整工作 .....            | 144 |
| 2. 矿山技术监察机关代表检验设备 .....       | 146 |
| 3. 设备的下井和工作面安装 .....          | 149 |
| 3.1 准备工作和下井 .....             | 154 |
| 3.2 设备卸车和工作面中的安装 .....        | 156 |
| 3.3 安装的劳动量和费用 .....           | 163 |
| 4. 起动调节、调整、试运转及移交生产 .....     | 165 |
| 5. 井下调整工作 .....               | 168 |
| 6. 观测和测定工时的组织 .....           | 175 |
| 7. 测试的准备和组织 .....             | 180 |
| 8. 采煤机的试验 .....               | 183 |
| 8.1 试验时的观测和仪表测试 .....         | 189 |
| 8.2 牵引和切割的最佳参数的选择 .....       | 209 |
| 8.3 采煤机生产率的测定 .....           | 210 |
| 8.4 各个装配单元的试验特点 .....         | 211 |
| 9. 刨煤机综采成套设备和刨煤机的试验 .....     | 219 |
| 10. 工作面运输机的试验 .....           | 227 |
| 11. 液压支架的试验 .....             | 246 |
| 12. 综采成套设备的试验 .....           | 267 |
| 13. 被试设备可靠性的确定 .....          | 271 |
| 13.1 可靠性的定性指标 .....           | 272 |
| 13.2 可靠性的定量指标 .....           | 277 |
| 13.3 确定使用可靠性数据的搜集 .....       | 279 |
| 13.4 可靠性试验结果文件的办理 .....       | 280 |
| 13.5 各种类型采煤设备可靠性指标的计算特点 ..... | 282 |
| 14. 使用新设备的经济效益的计算 .....       | 286 |
| 14.1 对比用的基础设备和指标的选择 .....     | 286 |
| 14.2 经济效益的计算 .....            | 288 |



|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 15.各部门间联合委员会对试验结果文件的办理 ..... | 301 |
| 第六章 试制批量样机试验的目的和特点 .....     | 303 |
| 附录 .....                     | 308 |
| 参考文献 .....                   | 322 |

---

## 第 一 章

### 矿井条件对采煤设备结构的影响

采煤设备的井下使用条件与其地面使用条件有显著的区别，井下的特点首先是工作地点空间的限制和有突然冒落矸石造成机器零部件变形的危险。由于这些情况，设计机器时要预先考虑选择其结构布置和安全系数。

在研制采煤设备时还必须考虑的因素有：空气含尘量、浊度、湿度，井下空气爆炸危险性，冒落物（煤、矸石）的研磨性，工作地点的变动，突然超载的存在，矿井水的化学腐蚀，矿山地质条件的巨大差异。这些特定条件对机械结构提出的要求有时是互相矛盾的：一方面，减小外形尺寸和重量要与防爆条件、机械强度、修理适宜性和稳定性相协调；另一方面，同型性和统一化又要与采煤设备用于工作参数（煤层厚度、倾角）变化大的各种条件的必要性相协调。

工作地点（回采工作面）对采煤设备的外形尺寸有严格的限制，如采煤机的高度就受煤层厚度的严格限制。这时，采煤机不仅要容纳在采空空间，而且还要为采煤机的操作和维护创造条件。与支护说明书一致的采煤机宽度要保证顶板裸露面积最小。这后一个要求是确定采煤机长度时的主要限制之一。在薄煤层条件下这个问题尤为突出。在这种条件下，当煤层折曲处等高线变化时，如果机身过长，顶底板之间可能容纳不下采煤机。

由于工作地点的限制，因而要求减小设备的外形尺寸，而由于环境条件恶劣，则又要求提高强度，从而在设计设备结构时要采用最有效的材料，改进制造工艺和热处理。设计时，要以设备外形尺寸为出发点来探寻使紧凑性与工作可靠性、修理适宜性、维护方便性及其它要求协调一致的最佳方案。在机械制造业中，广泛用来连接设备装配单元和零件的焊接法对于采煤设备不一定是适用的，因为在矿井条件下，根据巷道运输、拆卸、安装、维修等条件，设备结构最好具有一定的可拆卸性。

井下空气中含有大量湿气。而采煤机和运输机工作时还有额外的湿气源（喷水）。这就必须有专门的防护措施，以免机器中装有传动齿轮和电气设备等的内腔存有湿气。

螺栓连接处、配合面、槽、键是主要遭受腐蚀的地方，因而往往给拆卸工作带来困难，有时拆卸时不得不损伤设备的结构。

矿井水中的氢离子浓度对金属腐蚀的影响也很大。当水为中性和  $\text{pH}$  值  $>10$  时，腐蚀速度一般不大。而当  $\text{pH}$  值  $<4.5$  时，腐蚀速度则急剧增大。井下空气水分与矿井酸性水结合时，由于金属表面导电的不均衡性，有时会引起电化学腐蚀。在设备和仪器工作时产生的杂散电流影响下，腐蚀作用将更急剧增加〔1〕。此外，为了提高降尘效果，常常要向采煤机工作机构截齿破碎煤的部位喷水，这样又增加了采煤机工作范围内的水分，增大了腐蚀作用。

井下空气中，特别是回采工作面的空气中含有大量煤尘。细小煤粉也会同润滑油或工作液一起进入设备，因为这些液体是在受限制而又不方便的条件下注入的。进行维修工作时煤粉也会掉入设备内，使摩擦表面磨损，甚至导致设备

工作时失效。因此，要采取专门的措施，仔细净化工作液，其中包括采用多段过滤器（粗净化和细净化）、定期更换工作液、润滑油，同时清洗油池等等。

由于井下空气有爆炸性，因此，为了制造电气设备隔爆腔，必然要增大采煤设备的外形尺寸。要求隔爆外壳的接合面的加工精度要高，还要有一套防止火花形成的措施。

凡内装电气装置的采煤机械，都要进行防爆试验，并且只有在取得试验合格证书的条件下才允许送至井下使用。

采煤设备（采煤机、运输机、液压支架）的负荷具有随机的特性，而且由于煤的性质发生重大的变化，采煤机在煤层中遇到硫黄包体时产生的过载，顶板岩石突然冒落及其它随机因素都可引起负荷变化，这个变化可能是很大的而且是突然性的。因此，采煤设备所有零件都应有足够的安全系数，以便能承受住因偶然的负荷产生的过载，或者应设有保护装置和保险装置，以便过载时设备得到可靠的保护。

采煤设备的工作地点在工作中要不断地变动，而且新的地点工作条件可能与原先不同：变坏或变好都有可能。例如，对采煤机来说，就可能遇到下列情况：煤的切割阻力变化，煤层中出现坚硬包体，煤层变薄，岩石代替了煤，不得不用采煤机的工作机构破碎岩石。此外，煤层厚度及其等高线的变化、围岩状态的变化，都会破坏采煤机的移动方向。

上述这些变化，对在工作面经常移动的液压支架和整体移动的工作面运输机的工作影响，都是同样的。

当然，在采煤设备设计的技术任务书中，以及在所制设备的技术特征中，对使用条件均有严格的规定：如对采煤机规定了煤层中坚硬夹石含量允许的百分比、煤的切割阻力、允许的底板比压等等。然而，这仅涉及到使用采煤设备的工作

面或井田的一般条件的特征，但是当工作地点经常移动时条件会发生突然变化，采煤设备应当仍然能工作。所有这些情况均要求能借助手工或靠专门的自动化系统不断地操作采煤机、支架和运输机。

工作地点的工艺性移动，要求采煤机必须利用各种结构的牵引方式（内牵引、外牵引、无链牵引等）沿工作面煤壁移动。采煤机后面拖有供电电缆和喷水管，该电缆和水管都应是可弯曲的，同时应能可靠地避免损坏。这既要靠电缆和水管的本身结构来保证，又要靠采用专门的电缆夹来保证。

采煤机回采一个循环后，采煤机和运输机应向垂直于采煤机工作移动的方向移动。采煤机通常自行切入煤层中。为了完成这道工序，或者用专门的液压推移器，或者用液压支架系统中的液压千斤顶。

由于采煤设备的工作地点要在工作面上移动，对暴露的顶板要不断支护并在不同条件下加以控制，因此要采用各种结构型式的液压支架，而各架支架依靠各种与顶底板相互作用的方法相互协调起来。

由于回采工作面的矿山地质条件和矿山技术条件是极其不同的，尽管采取了结构统一化的措施，但是仍然很难研制出通用的采煤设备。对于地质特点（煤层厚度、倾角，围岩性质）、物理力学性质（煤的坚固性和研磨性）、经济性（块度等级、灰分等级）、人机工程学（操作和修理的方便程度）等要求都要在所设计的采煤设备结构中有所反映。新研制的设备的使用价值，除了和设备中体现的其它参数以外，还取决于采煤设备的使用范围，即在矿井应用究竟能够广泛到什么程度。它决定着采煤设备批量生产的规模，即决

定着采煤设备应用的价值和经济效果。

采煤机械无论是在设计时，还是试验时都迫切需要解决的任务是：提高无烟煤块煤的出率，改进喷水灭尘系统，采用泡沫剂和吸尘器，用不在回采空间遗留矸石的方法降低煤的灰分，以及能保证自开切口。

可见，采煤设备的使用条件对设备的结构，以及对试验提出了十分不同的，有时是相抵触的要求。因此，对试验要考虑周到，而且要很熟练地进行。

## 第 二 章

### 新采煤设备设计、制造、试验的程序概述

采煤设备的试验是煤矿机械制造中产品设计和安排生产核准程序的组成部分，这个程序在以苏联国家标准 ГОСТ 15.001-73〔3〕为基础的全苏标准 OCT12.14.095-78〔2〕中有详细规定。

采煤设备试验样机要通过两种类型的试验：在制造厂专门台架上的工厂试验和煤矿回采工作面中的验收试验。

当对采煤设备安排批量生产时，制造厂要根据规定的程序进行检查试验，这个试验已成为产品制造工艺过程的一部分。

根据部颁标准规定，煤炭工业新采煤设备的研制要根据新设备的设计、制造、试验年度订货计划实现。订货计划要根据苏共中央委员会和苏联部长会议各项决定、各部门国民经济五年计划和年度计划、苏联部长会议国家科技委员会协调计划、苏联煤炭工业部的命令、生产联合公司和企业单位新产品研制计划进行编制。

订货计划是确定当年完成新产品设计、制造、试验工作的项目、规模、阶段、期限的文件。列入订货计划的新产品的主要订货人是给这些工作拨款的苏联煤炭工业部技术司。为了制定年度订货计划，设计院、制造部门、用户至少在半年内向订货人提出自己的建议。

订货人确定新设备的需要量，提出对设备的主要要求，这些要求均列入规定有产品结构方向的技术任务书中。订货人还要对设备的技术任务书予以认可。

设计者是煤矿机械设计院和煤矿机械制造厂，但是其他部门和单位也可作为这种设计者。

根据全苏标准OCT12.14.095-78〔2〕，设计者和科研单位一样，要对技术任务书的提出期限、质量、论证合理性负责；对所设计产品的设计期限、技术水平、质量与批准的技术任务书的符合情况，产品经济效果和限制价格的预算编制、设计与劳动安全现行规程、卫生标准的符合情况，工厂试验大纲和方法的内容等负责；并且还要对矿井验收试验大纲和方法的内容、高质量试验、结论和下一步工作建议的合理性负责。

此外，在设备批量生产整个期间也要对设备实行设计监督，并对设备的不断改进负责。为此，设计者要经常观测、总结使用经验和质量鉴定结果，设计单位如果是牵头单位，则对技术水平、标准化和统一化的水平、设备的可靠性和耐久性的提高负责。

设计者的作用，即机械设计单位或工厂及其专业设计室的作用，无论是在结构设计期间，还是在工厂制造试验样机和矿上试验期间，都是极为重要的。设计者要编制验收试验大纲和方法并与科研所进行协商，根据试验方法进行试验来完成全部结构调整工作。因此，与科研所、煤矿企业、制造厂参加共同研制的新产品的同时，设计者在各个工作阶段始终担负着重大责任，而且机械设计院在进行总结时，对设备试验权利平等参加者的意见和建议应严格对待，应使委员会的所有决定均经过充分的技术论证。因为，最终要由负责设



备结构质量的设计者修改图纸。

试验样机的制造者是实验工厂、机械制造厂或矿山机修厂。试制批量样机和批量生产的机器由机械制造厂制造，有时也由矿山机修厂制造。

制造厂对试制的采煤设备的新产品应进行工厂试验并参加矿井验收试验，同时提供备件并且在进行调整和修理工作时，在必要的情况下还要给以技术援助。设备安排批量生产后，制造厂与设计者要共同进行设备的改进工作，以便提高产品的工艺水平、可靠性和耐久性。

煤炭生产联合公司和各矿井是设备的用户，应在规定期限内提供试验地点。该地点要符合设计中对试验提出的技术要求。还要设置必要的辅助设备并配备经过专门培训的工人、干部，以及保证试验工作中的安全。

煤矿方面在试验期间应使被试设备的技术指标最充分地显示出来；为能就地有效地进行维修和调整（这是试验和研制过程不可分割的一部分）创造条件，在所有这一切的基础上向设计者和制造者提出改进设备的意见。

在最初阶段，科研所与机械设计单位要共同参加试验样机和试制批量样机的研制工作，首先是参加编制技术任务书、选择试验地点、编出试验大纲和方法等工作。

科研所对试验应有的科学技术水平，观测、统计数据等资料的可靠性，试验委员会的结论和建议的合理性要给予保证。

试验样机和试制批量样机的设计文件编制费用，制造试验样机和试制批量样机的费用，以及样机的工厂试验用的试验台费用，均由苏联煤炭工业部新产品研制基金中支付。

技术援助费用和进行设备验收试验时给煤矿企业赔偿的