

# DK-1型电空制动机 与电力机车空气管路系统

刘豫湘 陆绍华 潘传熙 编著



中国铁道出版社



中国铁道出版社  
PDG

# DK-1 型电空制动机与 电力机车空气管路系统

刘豫湘 陆缙华 潘传熙 编著

中 国 铁 道 出 版 社

1999年·北京



(京)新登字 063 号

### 内 容 简 介

本书较详细地介绍了 DK-1 型机车电空制动机的特性、构造、作用,以及性能试验、日常检修、运用操作、参数选择等基本知识,并较全面地介绍了国产电力机车空气管路系统的组成、作用原理、故障处理、管路布置、系统试验,以及主要部件的选型计算、试验及维护保养等。

### 图书在版编目(CIP)数据

DK-1 型电空制动机与电力机车空气管路系统/刘豫湘  
等编著. —北京: 中国铁道出版社, 1998. 6  
ISBN 7-113-02940-X

I. D… II. 刘… III. ①电空制动-机车, DK-1 型②电力  
机车, DK-1 型-空气制动-管路系统 N. U264. 035. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 06175 号

书 名: DK-1 型电空制动机与电力机车空气管路系统

著作责任者: 刘豫湘 陆绪华 潘传熙 编著

出版·发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 张贵珍

责任编辑: 张贵珍

封面设计: 薛小卉

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18 插页: 9 字数: 456 千

版 本: 1998 年 11 月第 1 版 1999 年 8 月第 2 次印刷

印 数: 3001—6000 册

书 号: ISBN 7-113-02940-X / U · 810

定 价: 29.50 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。



# 前 言

提高列车运行速度和牵引重量是提高铁路运输能力、实现铁路运输现代化的重要内容。但是,如果没有性能良好的机车制动机与空气管路系统,要提高列车运行速度和牵引重量是不可能的。

本书以介绍 DK-1 型机车电空制动机为主,并系统叙述国产电力机车的空气管路及其附属装置,以期通过本书使读者能对 DK-1 型机车电空制动机及国产电力机车空气管路系统的结构原理、设计、制造及试验、操作等有一个较全面的了解。

本书内容的选取及章节安排着重考虑的是“系统”,也就是以电力机车的空气管路(理应包括制动机)作为系统阐述,弥补过去相关专业著作在这方面的不足。本书还将散见于各相关专业文献中的常用资料汇集起来作为附录,便于读者查阅参考。

本书以 1992 年版的《DK-1 型电空制动机及空气管路系统》(电力机车丛书)以及近几年来我们陆续撰写的有关 DK-1 型机车电空制动机与韶山型电力机车空气管路系统方面的内部资料及论著为基础,并根据现场的经验和实际需要加以补充及系统整理而成。

本书第八章、第九章由刘豫湘、陆缙华、潘传熙共同编著,其余各章均由陆缙华、刘豫湘共同编著。

在本书编撰过程中曾得到铁道科学研究院智廉清、林祜亭、上海铁道大学夏寅荪、眉山车辆厂邓之明、沈阳制动机厂曲文超、株洲电力机车厂彭光禧、肖九元、王邦力、彭海清、胡跃文、刘进军等同志的支持,并提供不少有益的建议和资料。在此表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限,书中难免有谬误与不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

1998 年 7 月

鄧  
平  
湘  
PDG

# 目 录

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 绪 论 .....                         | 1   |
| 第一篇 DK-1 型机车电空制动机 .....           | 5   |
| 第一章 概 述 .....                     | 5   |
| 第一节 机车电空制动机概况 .....               | 5   |
| 第二节 DK-1 型机车电空制动机的性能及试验数据 .....   | 6   |
| 第二章 主要部件的构造及作用 .....              | 13  |
| 第一节 电空制动控制器 .....                 | 14  |
| 第二节 空气制动阀 .....                   | 18  |
| 第三节 电 空 阀 .....                   | 25  |
| 第四节 调压阀与分水滤气器 .....               | 29  |
| 第五节 中 继 阀 .....                   | 31  |
| 第六节 电动放风阀与紧急阀 .....               | 34  |
| 第七节 压力开关与转换阀 .....                | 38  |
| 第八节 分 配 阀 .....                   | 40  |
| 第九节 电子时间继电器与压敏电阻 .....            | 54  |
| 第十节 重联装置 .....                    | 56  |
| 第十一节 制动机辅助阀类 .....                | 62  |
| 第三章 综合作用 .....                    | 65  |
| 第一节 自动制动作用 .....                  | 65  |
| 第二节 单独制动作用 .....                  | 73  |
| 第三节 空气位作用 .....                   | 74  |
| 第四节 辅助制动作用 .....                  | 76  |
| 第四章 操作方法及故障处理 .....               | 84  |
| 第一节 DK-1 型机车电空制动机的操作方法 .....      | 84  |
| 第二节 DK-1 型机车电空制动机的故障处理 .....      | 87  |
| 第五章 试 验 .....                     | 100 |
| 第一节 DK-1 型机车电空制动机试验台 .....        | 100 |
| 第二节 DK-1 型机车电空制动机在试验台上的试验方法 ..... | 108 |
| 第三节 DK-1 型机车电空制动机的性能试验 .....      | 119 |
| 第四节 DK-1 型机车电空制动机的日常及检修试验 .....   | 123 |
| 第六章 主要参数的选择及计算 .....              | 126 |
| 第七章 DK-1 型机车电空制动机与其它系统的配合作用 ..... | 132 |
| 第一节 自动常用制动接口装置 .....              | 132 |
| 第二节 列车电空制动 .....                  | 138 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 第三节 空气电阻联合制动·····                    | 149 |
| <b>第二篇 电力机车空气管路系统及附属装置</b> ·····     | 153 |
| <b>第八章 风源系统</b> ·····                | 153 |
| 第一节 风源系统的组成与工作通路·····                | 153 |
| 第二节 风源系统的主要部件·····                   | 157 |
| 第三节 风源系统的故障处理·····                   | 203 |
| <b>第九章 控制与辅助系统管路</b> ·····           | 205 |
| 第一节 控制系统管路·····                      | 205 |
| 第二节 辅助系统管路·····                      | 218 |
| <b>第十章 空气管路系统的试验及其它</b> ·····        | 228 |
| 第一节 空气管路系统的试验·····                   | 228 |
| 第二节 常用名词术语·····                      | 235 |
| 第三节 空气管路的质量及管径选择·····                | 241 |
| 第四节 管路附属装置·····                      | 247 |
| 第五节 空气管路的布置·····                     | 258 |
| <b>附录一 常用资料</b> ·····                | 270 |
| <b>附录 1</b> 压力单位换算表 ·····            | 270 |
| <b>附录 2</b> 常用水、煤气管及对应无缝钢管规格表 ·····  | 270 |
| <b>附录 3</b> 管柱螺纹与管锥螺纹选配及适用范围表 ·····  | 271 |
| <b>附录 4</b> 常用标准汇总表 ·····            | 272 |
| <b>附录 5</b> DK-1 型机车电空制动机主要配件表 ····· | 273 |



# 绪 论

## 一、机车制动机发展概况

机车制动机的发展与牵引动力的变革息息相关,在蒸汽牵引为主的年代里,仅适应于单端操纵的 ET-6 型空气制动机成为唯一的机车制动机。但随着内燃、电力牵引的不断发展,60 年代初期,由 ET-6 型演变、适应于双端操纵的 EL-14A 型空气制动机首先在电力机车上装用,开始打破长期使用单一型的 ET-6 型制动机的落后面貌。为适应高速、长大列车性能要求,制动技术相应地取得突破性发展,在 70 年代后期,相继研制成 JZ-7 型机车空气制动机和 DK-1 型机车电空制动机。同时,多种类型的进口机车装有不同型号的制动机也相继投入应用。如从法国进口的机车为 26-L 型空气制动机及 PBL<sub>2</sub> 型按钮制动机,德国进口机车则多为克诺尔制动机,而前苏制的 8G 型机车则装用马式空气制动机。

各国根据自身铁路运输的条件及发展现状确定机车制动机,发达的欧美诸国习惯使用自成系统的单一型机车制动机。如:美国为 26-L 型机车制动机;德国一般使用克诺尔系列制动机;法国则自 70 年代起全力推进 PBL<sub>2</sub> 型按钮制动机的应用;而前苏联铁路一直装用自成系列的卡赞切夫制动机。我国则由于种种具体条件,在吸收引进国外先进制动技术的同时,努力发展结合本国国情的机车制动机,因此,就目前线路上运用的电力机车来看,机车制动机是新旧型并存,引进的与国产的并存。这种现状是发展中的过渡阶段,利弊参半,既有技术上的原因,更主要的是管理上的因素。但相信经过一段不太长的时间后,将会实现机车制动机的系列化,会大大有利于制动技术的发展和提高。

国内电力机车装用制动机分布情况见表 0-1。这几种制动机均经过多年的运用实践,其结构和性能有不同程度的差异,对于高速及长大列车运输发展的需要亦有不同程度的适应性。

表 0-1 国内电力机车装用制动机分布情况表

| 电力机车型号 | 韶山 <sub>1</sub>      |                                      |                                                                | 韶山 <sub>3</sub>   |                      |
|--------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
|        | 0234 <sup>#</sup> 以前 | 0245 <sup>#</sup> ~0404 <sup>#</sup> | 0235 <sup>#</sup> ~0244 <sup>#</sup><br>及 0405 <sup>#</sup> 以后 | 0001 <sup>#</sup> | 0002 <sup>#</sup> 以后 |
| 制动机型号  | EL-14A               | JZ-7                                 | DK-1                                                           | EL-14A            | DK-1                 |
| 电力机车型号 | 韶山 <sub>4</sub>      | 6G                                   | 8K                                                             | 6K                | 8G                   |
| 制动机型号  | DK-1                 | 26-L                                 | PBL <sub>2</sub>                                               | 26-L              | 苏式 395-3             |

注:1. 装用 EL-14A 型空气制动机的国产电力机车已陆续将制动机改造为 DK-1 型机车电空制动机;

2. 从韶山<sub>4</sub>型电力机车起(包括韶山<sub>3B</sub>、韶山<sub>4</sub>改、韶山<sub>4B</sub>、韶山<sub>5</sub>、韶山<sub>6</sub>、韶山<sub>6B</sub>、韶山<sub>7</sub>、韶山<sub>8</sub>……)全部装用 DK-1 型机车电空制动机。

国内电力机车装用的制动机基本特点如下:

### 1. EL-14 型空气制动机

该型制动机是在 ET-6 型基础上加以改进,以满足双端操纵内燃、电力机车的需要于 60 年代起装用的。由于该制动机国外发展历史较久,全部采用滑阀、回转阀及鞣鞣\* 胀圈结构,不仅工艺及

\* 根据《铁道科技名词》的规定,制动机中的“鞣鞣”应规范为“活塞”,但考虑到现场实际情况,本书中仍采用俗称“鞣鞣”。

结构复杂、落后,而且主要性能不能满足长大列车安全运行的要求,并在操纵上给乘务员带来诸多不便。目前除个别国家继续装用外,在大部分欧美地区及我国均已停止在新造机车上使用。

2. JZ-7 型空气制动机

JZ-7 型制动机是参照 26-L 型制动机,并进行必要改造的新型空气制动机。1979 年通过部级鉴定。其主要性能与 26-L 型相近。但增设了低压过充性能,并具有良好的充排风功能的中继阀,从而根本克服原有机车制动机充排风性能不能满足长大列车的弊病。但该制动机只具备空气制动机的特点,仍难以满足现代化列车操纵、控制和安全性能的新要求,这就在一定程度上自身限制了其进一步的发展。

3. DK-1 型电空制动机

该机车制动机系新型干线机车电空制动机。这种以电—空的控制方式,不仅具备新型空气制动机的优点,而且又能适应高速以及长大列车的制动性能要求,较易实现列车操纵和控制的现代化。

4. 26-L 型空气制动机

这种制动机系 50 年代开始在美国率先采用,这是一种利用橡胶密封件替代金属研磨密封件的先进结构,且有安全防护的多种装置及自动保压的操作方式,不仅给运行安全带来多重保护措施,且便于维修保养和简化操纵。

由于 26-L 型空气制动机与相应的 ABDW 型车辆制动机配套,当是相得益彰的。而我国车辆制动机大部分仍是 GK 型三通阀,即使是先进的 103 型分配阀,也不能理想地与之匹配而获得其所有的优点。如我国货车制动机副风缸容积大,且都不具备适应列车管补风的良好性能,这就要求机车制动机具有较强的充风能力,而 26-L 型制动机只具备单一的“运转”位充风手段是满足不了现有我国安全行车的需要。所以在 70 年代进口的 6G 型电力机车上,对其 26-L 型制动机进行了增设大充风位的改造。

另外,鉴于我国的特定条件,为确保行车的安全可靠,机车制动机应具备检查列车管折角塞门开通状态的装置或手段,而该型制动机又不具备。据此,26-L 型制动机若不进行适合我国国情的改造,大力推广是不适宜的。

5. PBL<sub>2</sub> 型按钮制动机

该制动机为电空制动机,系法国于 60 年代首创。由于最早以按钮为操纵手段,由此而得名,但运行实践证明,分散的按钮操纵其安全程度远不如传统的手把操纵。目前 PBL<sub>2</sub> 型按钮制动机仍以三位置手把操纵为主,另加适当的按钮操纵。它的出现对机车制动技术的向前发展推进了一大步。由于其控制系统由机械式改成了电控式,因此不仅操纵简便、灵活,而且为列车自动控制创造了良好的条件。该型制动机所特具的多重性安全措施和积木式结构,为其进一步发展奠定了基础。

上述各型制动机(不包含 EL-14 型)的主要性能见表 0-2、表 0-3、表 0-4。

表 0-2 单机性能比较

| 单 机 性 能  |                              | 制 动 机   |         |      |                  | 备 注               |
|----------|------------------------------|---------|---------|------|------------------|-------------------|
|          |                              | DK-1    | JZ-7    | 26-L | PBL <sub>2</sub> |                   |
| 常用制<br>动 | 减压 50kPa, 制动缸压力(kPa)         | 90~130  | 80~140  | 100  |                  | 列车管定压<br>为 500kPa |
|          | 减压 100kPa, 制动缸压力(kPa)        | 240~270 | 230~260 | 240  | 260              |                   |
|          | 列车管由 500kPa 降至 360kPa 的时间(s) | 5~7     | 5~7     | 4~7  | 5~6              |                   |
|          | 常用全制动, 制动缸最高压力(kPa)          | 340~380 | 340~360 | 435  | 380              | P—客车位             |
|          | 全制动后, 制动缸缓解至 40kPa 的时间(s)    | ≤7      | 5~8     | 11   | 33(P)<br>173(G)  | G—货车位             |

续上表

| 单 机 性 能 |                               | 制 动 机 |         |                                |                  | 备 注               |
|---------|-------------------------------|-------|---------|--------------------------------|------------------|-------------------|
|         |                               | DK-1  | JZ-7    | 26-L                           | PBL <sub>2</sub> |                   |
| 紧急制动    | 列车管由定压降至 0 的时间(s)             | <3    | <3      | 3.2~3.5                        | <3               |                   |
|         | 制动缸最高压力(kPa)                  | 450   | 420~450 | 480~510                        | 380              |                   |
| 单独制动及缓解 | 制动缸压力升至 280kPa 的时间(s)         | ≤4    | 2~3     | 2~ <sup>5</sup> / <sub>6</sub> | 10               | * 制动缸最高压力为 350kPa |
|         | 制动缸压力由 300kPa 降至 40kPa 的时间(s) | ≤5    | <4      | 2~ <sup>5</sup> / <sub>8</sub> | 1.8              |                   |
|         | 常用制动后的单缓灵活性                   | 灵活    | 欠灵活     | 灵活                             | 灵活               |                   |
|         | 紧急制动后的单缓灵活性                   | 灵活    | 欠灵活     | 灵活                             | 灵活               |                   |

表 0-3 列车性能比较

| 制动机充风方式 |      | 副风缸充至 480 kPa 的时间(s) |     | 副风缸在不同减压量下的再充风时间(s) |         | 备 注                                                                                                             |
|---------|------|----------------------|-----|---------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 制动机     | 充气位置 | №1                   | №60 | -100kPa             | -140kPa |                                                                                                                 |
| DK-1    | 运转   | 355                  | 563 | 159                 | 215     | DK-1 型与 26-L 型均连挂 60 辆 GK 型货车制动试验台, 计长 1023m<br>JZ-7 型与 60 辆油罐车连挂, 其中 K <sub>2</sub> 阀 16 辆, 余为 GK 阀, 计长 753.5m |
|         | 过充   | 182                  | 482 | 98                  | 146     |                                                                                                                 |
| JZ-7    | 运转   | 200                  | 482 | 123                 | 185     |                                                                                                                 |
|         | 过充   | 15                   | 411 | 98                  | 145     |                                                                                                                 |
| 26-L    | 运转   | 318                  | 551 | 143                 | 197     |                                                                                                                 |

表 0-4 综合性能比较

| 综 合 性 能 |              | 制 动 机     |          |          |                  | 备 注      |
|---------|--------------|-----------|----------|----------|------------------|----------|
|         |              | DK-1      | JZ-7     | 26-L     | PBL <sub>2</sub> |          |
| 充风性能    | 高压充风         | 有         | 无        | 无        | 无                | * 具备定性判别 |
|         | 低压充风         | 有         | 有        | 无        | 有                |          |
|         | 自动补风         | 有         | 有        | 有        | 有                |          |
|         | 机车保持制动, 列车充风 | 有         | 无        | 无        | 无                |          |
| 安全性能    | 列车分离保护       | 有         | 无        | 有        | 有                |          |
|         | 折角塞门关闭的检查    | 可行*       | 无        | 无        | 无                |          |
|         | 紧急制动时切除动力源   | 有选择       | 无        | 有        | 有                |          |
| 其它性能    | 与自动停车装置的配合   | 简易        | 一般       | 一般       | 简易               |          |
|         | 与动力制动的配合     | 已具备       | 改装困难     | 改装困难     | 已具备              |          |
|         | 对列车电空制动的控制   | 已具备       | 改装复杂     | 改装复杂     | 已具备              |          |
|         | 接受无线遥控操纵     | 不需加装电一空装置 | 需加装电一空装置 | 需加装电一空装置 | 不需加装电一空装置        |          |
|         |              |           |          |          |                  |          |
|         |              |           |          |          |                  |          |
|         |              |           |          |          |                  |          |

由上表可知, 上述的四种机车制动机在性能上较为接近, 但就制动机的发展前途及我国的实际情况比较, 电空制动机要较空气制动机适应性强。

机车上装用电空制动机不是电空制动机发展的最终目的,只是发展中的第一个阶段。这是因为机车电空制动机本身就为发展列车电空、空气制动与电气制动的联合作用创造了有利的条件。为适应近期的铁路技术政策,正着手研制准高速旅客列车编组 20 辆的电空制动技术。空—电联合制动技术也在 1986 年开始研制,目前已装在韶山、改电力机车上进行运行考核。

## 二、机车管路系统

机车的管路系统,除了空气管路外,还有油、水和蒸汽等管路,其结构随蒸汽、内燃及电力等不同种类的机车而繁简不同。电力机车管路系统远较蒸汽、内燃机车简单,目前韶山各型电力机车除了空气管路纵贯全车外,尚无明显的其它管路系统。空气管路系统在电力机车上就功能而言,要比其它类型的机车更显其重要性。因为电力机车的开或停都离不开空气管路:开——受电弓、主断路器等主要部件都要用压缩空气来动作;停——制动机的动作要用压缩空气。为此,对于电力机车的空气管路不能简单地作为制动机的附属装置来看待,而应有全面的了解和系统的掌握。

电力机车空气管路系统就其功能分为:

### 1. 风源系统

主要由空气压缩机、压力调节器、总风缸、油水分离器或空气干燥器等配件及其连接管路组成。其功用为提供机车与车辆制动机系统及全车气动器械以稳定和洁净的压缩空气。

### 2. 控制管路系统

主要由辅助空气压缩机、辅助风缸、控制风缸、换向阀或止回阀、联锁阀及其连接管路组成,用以提供全车气动电器的压缩空气及安全保护措施,是保证机车正常运行不可缺少的环节。

### 3. 辅助管路系统

主要由撒砂器、风喇叭、刮雨器、轮喷装置及其连接附件、管路等组成,是确保机车安全运行及改善性能的必备装置。

### 4. 制动机系统

该系统主要由制动机的整套装置及其连接管路等组成。

国产电力机车的各管路系统,无论从主要装置(如电空制动机、空气压缩机)还是附属部件(如管接头),在性能上均要能满足机车安全运行的需要。但就性能的完善及维护保养工作方面将通过消化吸收国外先进技术定会进一步得到改进和提高。

韶山、改进型电力机车空气管路原理图见附图 1、附图 2。

# 第一篇 DK-1 型机车电空制动机

## 第一章 概 述

### 第一节 机车电空制动机概况

采用压缩空气推动的闸瓦制动技术已有一个世纪以上的历史,在这段时间内,制动技术虽然有了很大的改进和发展,但目前世界各国铁路采用空气制动仍占绝对优势。即使电力、内燃等牵引的全面发展,电制动技术的采用,但列车的制停仍须用空气制动来完成。当然,随着200km/h 以上高速列车的出现,涡流制动、磁轨制动等崭新的制动技术将获得一定的发展。

目前世界各国的列车速度在180km/h 以下仍占绝大多数,在这样的速度下采用电空制动技术完全可以保障列车运行的安全和可靠。

电空制动技术的发展在国外已有近50年的历史,其发展大致可分为三个阶段:

第一阶段:电空制动技术尚处萌芽状态,主要是在蒸汽机车上采用。机车上仍用原来的空气制动机,只是在自动制动阀上加装电接点和其它一些电器,车辆上配有带电磁阀的三通阀。我国最早研制的就属于这一类型。国外则在用电空制动机的同时,还在机车上保留原空气制动机,以备前者失灵时的补救措施。

第二阶段:自50年代末期至60年代初期,国外在原机车制动机上进行了大幅度的改进,连习惯用的闸把操作方式也改变为按钮操作,故也称之为按钮制动机。法制PBL<sub>2</sub>型和德国的GE<sub>2</sub>型均属这一类型。它通过电器来控制电磁阀的开闭,达到制动和缓解的目的。

第三阶段:随着电子技术的广泛应用,产生了将电制动和空气制动相结合的新型电空制动机。将电制动操纵与空气制动操纵结合组成为一个制动手柄。如德国的E120机车就属于这一类型。它不同于以前的电空制动机,能实现恒制动力或恒速的控制,所以也可称之为电控制动机。

电空制动机与空气制动机的根本区别在于前者以电信号传递制动指令,靠电路来控制制动作用;后者以气压信号传递制动指令,靠制动管路中空气减压来控制制动作用。因此,电空制动机的反应时间比后者迅速。

如国产地铁用SD电空制动机的空走时间仅为1.3s,比原空气制动机要快3s多。日本地铁用电空指令和空气指令的制动机的反应时间比较见图1-1。

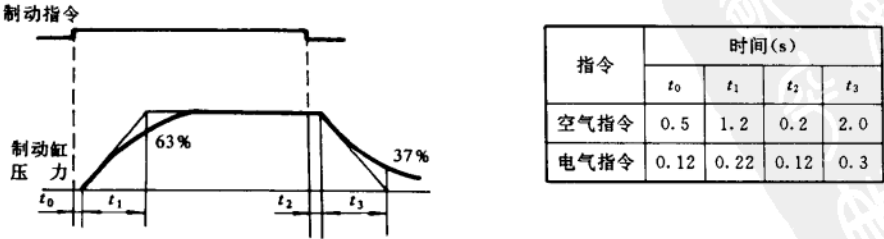


图 1-1 制动机反应时间比较

随着我国铁路牵引动力的发展,牵引的列车朝着长大、高速方向发展,这就要求减少车辆间的冲动和缩短制动距离,可以采取的措施是多种多样的,但采用电空制动却是具有普遍和积极意义的。国外的经验是丰富的,国内也曾有过多地尝试,但终由于蒸汽机车受多种条件的限制而未能获得满意的结果。而电力、内燃机车经过试制、改进和发展,在质量和产量上均处上升趋势。而电空制动机赖以生存的两大装备——稳定的电源和可靠的电器,在电力和内燃机车上正日趋成熟。由此,机车电空制动机的进一步研制,就有了扎实的基础。在70年代相继研制成适用于干线机车的DK-1型机车电空制动机及地铁车辆用的SD型电空制动机。

DK-1型机车电空制动机既吸取了空气制动机的优点,又具有电控的特点,是适合我国国情的一种新型干线机车制动机。

该制动机于1974年开始研制。经过两次严格的地面试验,1976年10月将第二套地面试验样机装于韶山<sub>1</sub>型135号电力机车上,通过大量试验,于1977年5月正式投入运用考核。通过运行证明:该制动机安全性能良好,能满足运行要求。随后根据铁道部要求,于1978年装于4台运用机车上,以进一步考核其安全可靠性能。1980年在10台新造电力机车上安装了该型制动机。由于其性能良好、改善了乘务员的劳卫条件、易学易修及安全可靠等优点,深受广大乘务人员和检修人员的欢迎。在15台机车总安全走行200万km的基础上,铁道部于1982年5月通过了DK-1型机车电空制动机的技术鉴定。批准DK-1型电空制动机作为机车制动机的一种型式先在电力机车上采用。在吸收各运行段经验的基础上,又进一步完善性能,简化操纵,改进工艺性。为此于1984年自韶山<sub>1</sub>型405号电力机车起所有出厂的各种型号电力机车均安装DK-1型机车电空制动机。至1995年12月,总计装车数已达2000台,占国产电力机车总数的90%多。

## 第二节 DK-1型机车电空制动机的性能及试验数据

DK-1型机车电空制动机由于采用电信号传递控制指令及其积木式结构,具有如下特点:

### (一)准、快、轻和静

准——减压量准确。由于采用橡胶结构的中继阀及受初制动风缸缓冲温度影响,所以基本上无压力回升,司机操纵方便。

快——充风快、停车快。由于中继阀充风能力远较M-3A型给风阀强,所以运转位充风较EL-14型制动机运转位充风时间缩短10%以上,而过充位则更优于EL-14型。初制动风缸的设置克服了老制动机在操纵长大列车时小减压量情况下尾部车辆不出闸的弊病,这实际上也就缩短了制动距离。

轻——制动阀操纵手柄轻巧灵活、转动自如。由于摒弃了回转滑阀结构,代之以凸轮柱塞结构,大大减少回转阻力。

静——司机室内无排风声,减少了噪声污染,改善了乘务员的劳卫条件。据采用EL-14型制动机的韶山<sub>001</sub>号机车测试,在正常运行时司机室内的噪音为80dB(A),而当空气制动阀排风时则高达130dB(A)。

### (二)结构简单、便于掌握、便于检修

整体式的滑阀结构改成组合结构,使单件结构简化,通用件增多。且绝大多数部件采用橡胶件,利于检修和查找故障,便于学习掌握。

### (三)多重性的安全措施

对于机车而言,首先考虑的应是制动机的安全可靠。为此,在系统设计上采用失电制动,即一旦电气线路故障而失电,便能自行转入常用制动;其次是设置故障转换机构,以确保在电气部分出现故障时,能简易地实现电空转控制,以传统的空气制动方式继续运行;再是在副司机侧设置手动放风阀,以做到万无一失。这套多重性安全措施是确保该型制动机生存的根本保障。

表 1-1 单独制动性能

| 顺号 | 项 目                               | 技术要求 |
|----|-----------------------------------|------|
| 1  | 全制动时制动缸最高压力(kPa)                  | 300  |
| 2  | 制动缸压力自 0 升至 280kPa 的时间(s)         | ≤4   |
| 3  | 缓解位,制动缸压力由 300kPa 降至 40kPa 的时间(s) | ≤5   |

注:根据铁道部科技局《科技标(87)70 号》文件中规定:

1. 机车车辆使用压力计量单位为千帕(kPa);
2. 新旧压力计量单位换算关系为  $1\text{kgf/cm}^2 = 100\text{kPa}$ ,以后所有压力计量单位均按上述规定,特此说明。

### 一、DK-1 型机车电空制动机的性能

DK-1 型机车电空制动机的主要性能列于表 1-1、表 1-2。

表 1-2 自动制动性能(列车管定压 500kPa)

| 顺号 | 项 目                              | 技术要求    | 顺号 | 项 目                             | 技术要求   |
|----|----------------------------------|---------|----|---------------------------------|--------|
| 1  | 初制动列车管减压量(kPa)                   | 40~50   | 6  | 运转位缓解全制动时制动缸最高压力降至 40kPa 的时间(s) | ≤7     |
| 2  | 运转位,列车管压力由 0 升至 480kPa 的时间(s)    | ≤9      | 7  | 紧急位列车管压力由定压排至零的时间(s)            | ≤3     |
| 3  | 均衡风缸自 500kPa 常用减压至 360kPa 的时间(s) | 5~7     | 8  | 紧急位制动缸最高压力(kPa)                 | 450±10 |
| 4  | 全制动时制动缸最高压力(kPa)                 | 340~380 | 9  | 紧急位制动缸压力升至 400kPa 的时间(s)        | ≤5     |
| 5  | 全制动时制动缸升压时间(s)                   | 6~8     |    |                                 |        |

由于该制动机具有与电气线路结合的特点,改变了空气制动机传统的整体结构的概念,从而带来一些空气制动机难以具备的综合性能。积木式结构的电空制动机具有以下良好的灵活性和适应性:

#### (一)紧急制动时自动选择切除动力

为尽量减少紧急制动时司机的操作手续,DK-1 型制动机能自动选择切除动力,即在牵引与电制工况时切除动力源,而在惰行工况时不切除动力源。这既能保证安全又简化了操作。

#### (二)列车分离保护

随着制动机充风能力的提高,设置防护性措施更显重要,以确保列车运行的安全。列车分离保护就是在列车运行中,列车突然分离或车辆拉动长阀后,能自动切断列车管风源和动力源,从而迅速停车。以防司机在未能及时判断故障的情况下,造成在同一列车上同时产生牵引和制动作用,酿成断钩或其它事故。

#### (三)列车折角塞门关闭的判断

由于我国铁路运输的特定条件,运行列车折角塞门被关闭的事故屡屡发生,在不同程度上危及行车安全。鉴于此,作为制动机的一项安全性措施,就必须能在运行中检查列车管是否畅通。该综合性能已在 DK-1 型制动机上得到基本解决。

#### (四)动力制动和空气制动的协调配合

充分利用动力制动的优越性已日益被人们所认识。如何综合运用动力制动和空气制动,必须由电空制动机来实现。DK-1 型电空制动机目前已具备空—电制动的初步配合:电制动前能自动给予微量气制动,一定时间间隔后能自动缓解气制动,以便在高坡曲线区段运行时,缓和

对轨道的冲击;电制动不足时追加车列的空气制动,而机车不上闸,这样就简化了操纵。

(五)列车电空制动

为适应准高速旅客列车的需要而增设的列车电空制动系统,可实现全列车的制动、保压与缓解的同步,减少了车辆间的制动冲动,同时缩短了制动距离。该系统还能满足不同型号的车辆电空制动机之间以及与无电空的车辆制动机之间的混编。

(六)空气电阻联合制动

在机车准恒速加馈电阻制动以及 DK-1 型机车电空制动机基础上发展起来的空气电阻联合制动装置,可以自动对列车与机车制动机以及机车加馈电阻制动发出指令,进行必要的干预,使两种制动方式有机的结合起来,保障长大坡道上重载列车的行车安全。

在正常工况下,司机施行列车空气制动时,机车自动产生相应的电制动而不进行闸瓦制动,当列车运行在下坡道上,司机施行加馈电阻制动而制动力不足以控制列车速度时,能自动使车列产生空气制动力给予补偿。

(七)与列车监控装置的配合

为保障列车安全运行而发展起来的列车运行监控装置,通过 DK-1 型机车电空制动机后,对超速列车可以实行强迫紧急制动,还可以实行不同减压量的强迫常用制动,实现了列车制动的合理控制,减少了列车运行中的制动冲动。

二、DK-1 型机车电空制动机试验数据

DK-1 型电空制动机于 1975 年、1976 年和 1980 年分别进行了地面试验、装车试验和安全检查等性能试验。

(一)单机静止试验

表 1-3 为单机制动和缓解的主要数据。

表 1-3 单机制动和缓解的主要数据

| 试 验 项 目  |                               | 原设计值    | 第一次<br>地面组装 | 第二次<br>地面组装 | 韶山 <sub>1</sub> 135 |
|----------|-------------------------------|---------|-------------|-------------|---------------------|
| 常用<br>制动 | 均衡风缸减压 50kPa,制动缸压力(kPa)       | 120~130 | 130         | 85~90       | 100~105             |
|          | 均衡风缸减压 100kPa,制动缸压力(kPa)      | 230~250 | 270         | 220~240     | 250                 |
|          | 均衡风缸由 500kPa 降至 360kPa 的时间(s) | 5~6     | 5~6         | 5.7         | 6.4                 |
|          | 制动缸最高压力(kPa)                  | 350~380 | 360         | 370         | 360                 |
|          | 制动缸升至最高压力时间(s)                | 6~8     | 7.5         |             | 7~8.2               |
|          | 全制动后制动缸缓至 35kPa 的时间(s)        | 6~8     | 5.2         |             | 6.8~7.8             |
| 紧急<br>制动 | 列车管压力由 500kPa 降至 0 的时间(s)     | <3      | 1.3         | 1.3         | 1.5~1.7             |
|          | 制动缸最高压力(kPa)                  | 450     | 450         | 450         | 450                 |
|          | 制动缸压力升至 400kPa 的时间(s)         | <5      |             |             | 4.8                 |
| 单制<br>独动 | 制动缸压力升至 280kPa 的时间(s)         | 4~5     | 5~5.5       |             | 5.9~6               |
|          | 制动缸压力由 300kPa 缓至 35kPa 的时间(s) | 3~6     | 4.5         | 3.4         | 4~4.1               |
| 其<br>它   | 过充压力(kPa)                     | 0.3~0.4 |             |             | 0.4                 |
|          | 过充压力消除时间(s)                   | >120    |             |             | 150                 |

## (二)列车静止试验

该机车制动装置连挂在 60 辆 GK 型车辆制动机的定置试验台上进行的各种性能试验。

### 1. 全列车充风

表 1-4 为初充风性能。表 1-5 为不同减压量下再充风性能。图 1-2 为不同减压量下再充风时间与 ET-6 型制动机的比较。

表 1-4 DK-1 型电空制动机初充风时间

| 列车管压力 (kPa) | 充气方式 | 列车管充至 480、580kPa 的时间(s) |     | 副风缸充至 480、580kPa 的时间(s) |     |
|-------------|------|-------------------------|-----|-------------------------|-----|
|             |      | №1                      | №60 | №1                      | №60 |
| 500         | 运转位  | 311                     | 557 | 355                     | 563 |
|             | 过充位  | 162                     | 477 | 182                     | 482 |
| 600         | 运转位  | 481                     | 594 | 460                     | 599 |
|             | 过充位  | 307                     | 533 | 312                     | 537 |

表 1-5 DK-1 型电空制动机再充风时间

| 充气方式    | 测量位置 | 不同减压量下再充风时间(s) |       |        |        |
|---------|------|----------------|-------|--------|--------|
|         |      | 50kPa          | 80kPa | 100kPa | 170kPa |
| 运转位 №60 | 列车管  | 70~78          | 121   | 136    | 228    |
|         | 副风缸  |                | 125   | 140    | 240    |
| 过充位 №60 | 列车管  | 45             |       | 105    | 157    |
|         | 副风缸  | 53             |       | 112    | 165    |

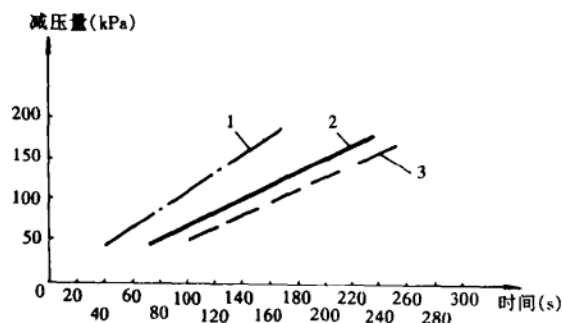


图 1-2 不同减压量下再充风时间的比较

1—DK-1 过充位；2—DK-1 运转位；3—ET-6 运转位。

从上述图表可看出，DK-1 型电空制动机不仅有充风较快的运转位，而且又增设了过充位，更加快了初充风和再充风的速度。以列车管压力 600kPa 为例，过充位的初充风较运转位初充风缩短时间 10% 以上，而运转位与 ET-6 型制动机运转位相比，初充风时间缩短了 18% 以上；再充风性能则过充位效果更为明显，要比运转位缩短再充风时间达 21%~38%。

该制动机克服了长大列车中施行 50~60kPa 列车管减压后，列车尾部车辆不易缓解的弊病。在 EL-14 型和 26-L 型制动机的试验中都曾发现在 60 辆编组的列车上施行小量减压后的缓解，列车尾部的开始缓解时间长达 53.9s。而在运行中，很多乘务员也反映小量减压后尾部车辆不易缓解，有时甚至造成车轮擦伤，为此不得已采取追加减压后再施行缓解。而该装置可以用过充位在不产生自然制动的情况下提高长大列车的压力梯度以获得良好的缓解性能，在上述相同的试验条件下。尾部仅 11.7~19s 即可发生缓解，这有力的提高了列车操纵的灵活性，同时也保证了列车运行的安全。

### 2. 制动波速

在 60 辆 GK 型货车制动机试验台上试验所得到的不同列车管定压下常用制动及紧急制动波速列于表 1—6。

3. 紧急制动可靠性

DK-1 型电空制动机由于在紧急制动时采用有较大排风截面的 ZDF 型电动放风阀,对列车的紧急制动有较大促进作用。用 ET-6 型制动机操纵 60 辆 GK 阀试验台,机后关门一辆全列车就不发生紧急制动作用。用 DK-1 型电空制动机操纵,机车列车管长 22.5m 外加 15m 的软管连接试验台,机后关门两辆全列车仍能发生紧急制动作用。

表 1—6 制动波速

| 列车管压力<br>(kPa) | 制动类别 | 减压量(kPa) | 制动波速(m/s) |
|----------------|------|----------|-----------|
| 600            | 常用   | 50       | 78.8      |
|                |      | 80       | 84.9      |
|                |      | 100      | 86.0      |
|                |      | 170      | 86.3      |
| 500            | 常用   | 50       | 74.6      |
|                |      | 80       | 79.6      |
|                |      | 100      | 79.8      |
|                |      | 140      | 80.4      |
|                | 紧急   |          | 188       |
|                |      |          | 172.5     |

该制动机尽管有较强的供风能力,若在 60 辆编组的列车尾部拉动车长阀时,即使制动阀仍在运转位,全列车仍能发生紧急制动作用,且列车发生紧急制动作用后首部车辆不会发生缓解作用。如图 1—3 所示。

上述试验是在未加装列车分离保护措施情况下测得的。如果加装列车分离保护措施的作用,其紧急制动作用将更加稳定和可靠。在环行试验线上列车编组 19 辆的运行试验结果见表 1—7。

试验时,在列车尾部直接开放折角塞门,制动阀均放运转位,则无列车分离保护装置时,经过 8s,机车开始缓解,在 45s 内前部车辆共缓解 8 辆。由表 1—7 可知,有列车分离保护装置的制动距离要短得多,且随速度的提高愈加明显,如 80km/h 初速时可缩短制动距离 20% 以上。

表 1—7 列车制动距离

| 速度 v(km/h) | 制动距离 S(m) | 备 注           |
|------------|-----------|---------------|
| 78.2       | 630       | 无列车分离<br>保护作用 |
| 78.7       | 617       |               |
| 60         | 349       |               |
| 58         | 306       | 有列车分离<br>保护作用 |
| 78.7       | 488       |               |
| 70         | 409       |               |
| 59         | 293       |               |
| 51.6       | 212       |               |

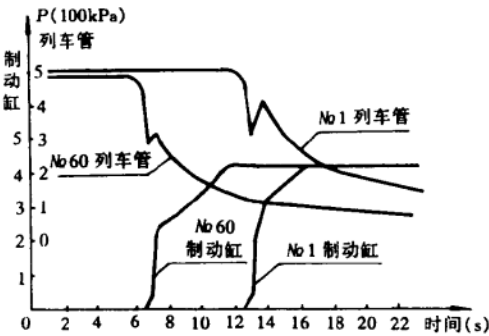


图 1—3 拉车长阀试验

(三) 列车折角塞门关闭的检查试验

运行途中列车折角塞门关闭的检查是目前保证安全运行不可缺少的一项措施。安装检查装置后的试验结果见图 1—4。同时在运行区段又进行了实测,测试数据列于表 1—8。

表 1-8 检查折角塞门关闭现场测试数据

| 机后折角塞门状态  | 列车管压力(kPa) | 按充气按钮列车管上升压力(kPa) | 按消除按钮          |              |
|-----------|------------|-------------------|----------------|--------------|
|           |            |                   | 列车管下降至稳定值(kPa) | 列车管压力下降时间(s) |
| 全列开通      | 500        | 660               | 510            | 9            |
| 机后关闭      | 500        | 660               | 620            | 22           |
| 机后 5 辆关闭  | 500        | 660               | 570            | 27           |
| 机后 15 辆关闭 | 500        | 660               | 560            | 30           |

注：韶山<sub>1</sub>型，货列，货重 1119t，46 辆，计长 51.46(定长 52)。

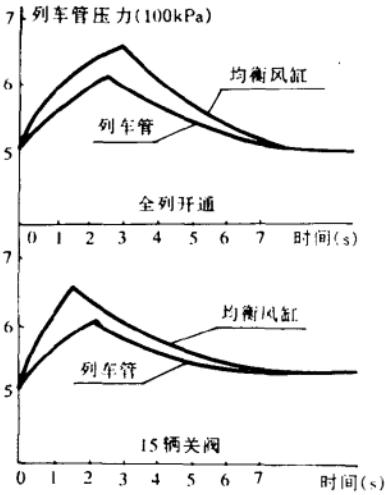


图 1-4 检查折角塞门关闭性能试验曲线

由图表可看出，只要列车有折角塞门关闭，列车管检查时压力就降不到定压，而且关闭处所距机车越近，列车管压力越不易下降。不过目前还只能作到定性的判别，而且也只能在机后大约 15 辆左右能较易判定。

#### (四) 制动距离

单机制动距离试验是在环行试验线上进行的。分别用电空制动控制器的紧急位及空气制动阀的制动位操纵，在不同速度下的单机制动距离见图 1-5。

列车制动距离测试是在运行区段进行的，测试结果如图 1-6 所示。

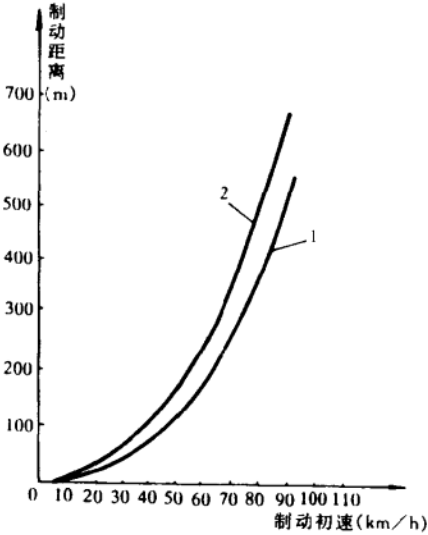


图 1-5 韶山<sub>1</sub>型机车(DK-1 型电空制动机)单机制动距离  
1—电空制动控制器的“紧急位”；  
2—空气制动阀的“制动位”。

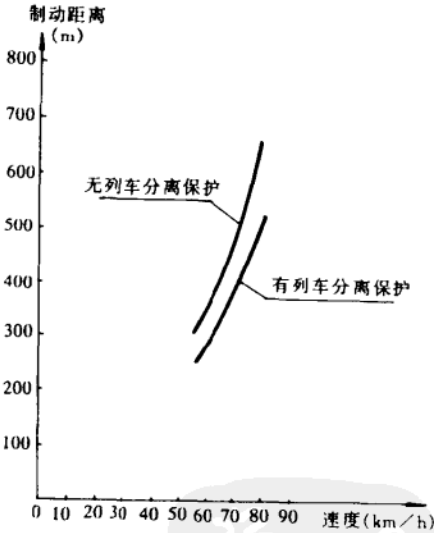


图 1-6 列车制动距离曲线

#### (五) 重联装置试验

为适应双机及多机重联牵引的需要，在韶山<sub>1</sub>型电力机车上装用 DK-1 型机车电空制动机的重联装置。表 1-9 为重联装置静止试验数据。表 1-10 及图 1-7 为两节联挂机车间断钩保护模拟试验——制动缸压力与时间关系。

通过试验证明，该重联装置具有如下特点：