

高等学校教学用书

道路机械修理工艺学

Г. И. 捷連可夫
А. И. 克利夫生 著
И. С. 弗拉也諾夫

高等教育出版社

高等学校教学用书



道路机械修理工艺学

Г. Н. 捷連可夫
А. И. 克利夫生 著
И. С. 弗拉也諾夫
戴 振 声 譯



高等教育出版社

本書系根据苏联内务部公路管理总局道路技术書籍出版社 (Издательство дорожнотехнической литературы гужесдора мвд СССР) 出版的捷連可夫(Г. И. Зеленков)、克利夫生(А. П. Крившин)、弗拉也諾夫(П. С. Фраенов)等著“道路机械修理工艺学”(Технология ремонта дорожных машин) 1951年版譯出的。原書經苏联高等教育部审定作为公路学院及公路系的教学参考書。

本書共分四篇:第一篇是道路建筑机械修理总論,其中包括摩擦、磨耗、潤滑等理論性的問題,缺陷的分类及举例,修理制度等問題;第二篇是机械修理工艺学,討論了机械的接修、解体、清洗、檢驗、配套、組裝、試驗等問題;第三篇是机械零件修理工艺学,討論了机械加工、焊接、金屬噴鍍、电鍍、塑性变形等修理工艺,滚动軸承的修理与零件修理工艺規程的拟定;第四篇是道路机械的部件与零件修理工艺的举例,叙述了軸与孔,齿輪、鏈条及履帶,道路机械工作机构,金屬結構、外壳零件及滚动軸承,液压驱动及燃料系統等修理的問題。

本書除可作为汽車、拖拉机、建筑机械、筑路机械、矿山机械及农业机械等修理課程的教学参考書外,并可供从事上列机械修理的現場工作人員作参考。

道 路 机 械 修 理 工 艺 学

Г. И. 捷連可夫, А. П. 克利夫生, П. С. 弗拉也諾夫著

戴振声譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第054号)

商务印書館上海厂印刷 新华書店發行

統一書号 15010·689 开本 787×1092 1/16 印張 18 2/8 插頁 1 字數 396,000 印數 1—1,100
1958年4月第1版 1958年4月上海第1次印刷 定价(10) 2.30

作 者 序

在几个斯大林五年计划的年代里，苏联公路建筑机械化的巨大发展已引起了对延长道路机械及机构使用期限问题的系统的研究。在这期间中，苏联的科学工作者们与修理生产部门的革新者们——工程师们与斯塔哈诺夫工作者们——曾一起拟出了许多恢复与修理机械及机构的方法并节约了大量的资金与器材。

目前还缺乏阐明道路机械及其另件修理工艺学基本原理的道路机械修理的教材。

考虑到这个问题，作者们就在自己面前提出了一项任务：根据自己在莫斯科 B. M. 莫洛托夫公路学院讲授“道路机械修理工艺学”的经验来编写这一学科的教材。

在编写教材时，曾经利用了各修理企业中有关汽车、拖拉机及道路机械修理的资料以及各科学研究机构，特别是道路科学研究所(ДОРНИИ)的著作。

在教材中将不涉及道路机械的运用、润滑与技术维护方面的问题，因为这些问题将在专业课程“道路建筑机械的使用”中研究。

在编写教材时，作者们认为学生已具有下列各课的知识，如：“金属工艺学”、“机械另件”、“道路机械”等等。

绪论、第一篇及第三篇的第八章是 Г. И. 捷连可夫副教授写的，技术科学候补博士 А. И. 克利夫生写了第二篇及第四篇的第二、三、四、五各章；技术科学候补博士 И. С. 弗拉也诺夫副教授写了第三篇的第一到第五章、第七及第九章以及第四篇的第一章，H. H. 伏斯克列辛斯基工程师写了第三篇的第六章，技术科学候补博士 А. Я. 斯鲁茨基副教授写了第一篇中第三章的第二节。

作者们谨对下列人员表示谢意：基辅公路学院以教研组主任、乌克兰苏维埃社会主义共和国科学院院士、斯大林奖金获得者 А. А. 瓦西连柯教授为首的“汽车、道路机械与建筑机械修理工艺学”教研组的成员们；专家委员会的委员们：苏联农业科学院院士、斯大林奖金获得者 В. С. 斯维尔舍夫斯基教授、技术科学博士 В. В. 叶夫列莫夫教授、技术科学候补博士 К. И. 柯希金副教授与 В. С. 波日伏梯柯工程师以及正式审稿人员：技术科学候补博士 H. H. 钟可夫斯基副教授、技术科学候补博士 А. H. 拉乍连柯副教授及 И. H. 哈里通诺夫工程师。他们曾提供了许多宝贵的批评意见，这些意见在最后修正和校阅书稿时已为作者们所考虑。

目 录

作者序	5
緒論	1

第一篇 道路建筑机械修理总論

第一章 苏联道路建筑机械修理的發展簡史	4	5. 摩擦另件間的間隙	30
第二章 苏联学者們和科学研究机构在研究机械磨耗和修理方面的貢獻	7	6. 机械的使用情况	31
第三章 另件的摩擦与磨耗	8	第五章 缺陷及其分类	31
1. 摩擦	8	第六章 机械另件缺陷与磨耗的例子	34
2. 摩擦的种类	10	1. 汽缸的磨耗	34
3. 磨耗的种类	15	2. 活塞与活塞环的磨耗	35
4. 另件的容許磨耗与極限磨耗	20	3. 曲軸軸頸的磨耗	37
第四章 另件磨耗的原因	21	第七章 修理的制度、形式及方法	40
1. 另件机械加工的质量	21	1. 修理制度	40
2. 金屬的质量, 其組織及硬度	25	2. 修理的形式	40
3. 潤滑油的质量	28	3. 修理机构	43
4. 摩擦另件的运动速度及單位压力	29	4. 大修方法	47

第二篇 机械修理工艺学

第一章 接修机械	52	1. 另件的檢驗	89
1. 关于机械修理工艺过程的概念	52	2. 修理时的許可磨耗	93
2. 送修机械	52	3. 另件的檢驗和量度	99
3. 接修机械	53	第六章 組裝时另件的配套与鑲配	104
第二章 解体与組裝机械的一般原則	57	1. 另件配套的作用与方法	104
1. 机械的設計-組裝單元	57	2. 另件与部件的配套	105
2. 获得另件配合必要精确度的方法与組裝形式	58	3. 配套时的鑲配工作	110
3. 組裝連接的特点	64	第七章 道路机械部件与組件的組裝	115
4. 解体与組裝的組織形式	65	1. 部件的組裝	115
第三章 机械、組件及部件的解体	66	2. 組件的組裝	122
1. 机械的解体	66	第八章 部件与組件的試驗	129
2. 起重运输工具	69	1. 試驗的种类	129
3. 將組件及部件解体成另件	75	2. 部件的試驗	130
第四章 另件的清潔与洗滌	84	3. 組件的試驗	132
1. 另件的清潔与洗滌的方法	84	第九章 机械的总組裝与試驗	142
2. 清洗机	86	1. 道路机械組裝的特点	142
3. 清除另件上的积碳、积垢与澀膏	88	2. 道路机械的試驗	146
第五章 另件的檢驗与分类	89		

第三篇 机械另件修理工艺学

第一章 另件修理方法的分类	149	2. 另件修理方法的分类	149
1. 另件修理的一般方式	149	第二章 用机械加工修理另件的方法	150

1. 工艺基面	150	4. 用金屬噴鍍法修理另件的应用範圍及举例	192
2. 另件的个别修理	150	第六章 用电鍍法修理另件	195
3. “按修理尺寸”修理另件	152	1. 一般知識	195
4. 当以机械加工法进行修理时另件的極限尺寸	156	2. 金屬电鍍过程的基础	196
5. 用換掉另件無用部份的方法以修理另件	158	3. 另件鍍銘的工艺过程	198
6. 具有修理尺寸的另件及它們的标志	162	4. 鋼另件的鍍銅与鍍鎳	204
7. 單面磨耗另件的利用	162	5. 多孔鍍銘	207
第三章 用鉗工-机械加工法修理另件的方法	164	6. 鍍鉄	208
1. 加补丁及用銷釘敷縫	164	第七章 用塑性变形法修理另件	210
2. 用膠結法修理另件	166	1. 一般知識	210
3. 用油灰修理另件	168	2. 用加热的塑性变形法修理另件的工艺过程	212
第四章 用焊接修理另件	169	3. 用不加热的塑性变形法修理另件的工艺过程	215
1. 关于焊接的一般知識及其在修理中的地位	169	第八章 滑动軸承的修理	220
2. 焊接的应用範圍及修理另件时焊接种类的选择	172	1. 抗摩合金,其成份及性質	220
3. 鑄鉄另件的焊接	176	2. 軸承的缺陷及它們澆鑄前的准备工作	224
4. 鋼另件的焊接	178	3. 准备巴比特合金与澆鑄軸承	226
5. 用硬質合金堆焊另件	179	4. 澆鑄后軸承的加工	230
6. 堆焊与焊接各种另件的工艺过程	182	5. 巴比特廢料的利用	235
第五章 用金屬噴鍍法修理另件	185	6. 用鉛青銅澆鑄軸承	236
1. 关于金屬噴鍍过程的一般知識	185	第九章 另件修理工艺規程的拟定	339
2. 金屬噴鍍的基础及盖复層的物理-机械性質	186	1. 修理方法的选择概論	339
3. 用金屬噴鍍法修理另件的工艺过程	188	2. 拟定另件修理工艺規程的程序	240
第四篇 道路机械的部件与另件修理工艺的举例			
第一章 軸与孔的修理	243	1. 軋石机頸板的修理	263
1. 一般知識	243	2. 平地机刀片的修理	264
2. 具有圓柱形表面的軸与孔的修理	243	3. 凝青攪拌机的裝甲輪叶、松土器牙齿等的修理	265
3. 具有圓柱形表面及鍵槽的軸与孔的修理	247	第四章 金屬結構、外壳另件及滚动軸承的修理	
4. 具有錐形工作表面的连接的修理	249	工艺	266
5. 花鍵连接的修理	250	1. 金屬結構的修理	266
6. 螺旋连接的修理	252	2. 外壳另件的修理	268
第二章 齒輪、鏈条傳动及履帶的修理工艺	255	3. 滚动軸承的修理	270
1. 齒輪的修理	255	第五章 液压驅动及燃料系統的修理特点	271
2. 鏈条傳动与履帶的修理	260	1. 液压驅动修理的特点	271
第三章 道路机械工作機構另件的修理工艺	262	2. 燃料系統修理的特点	274
附录	280		
推荐的及經参考过的圖書目录	281		
中俄人名对照表	283		
中俄名詞对照表	285		

緒 論

在偉大的十月社会主义革命以后，苏联在列宁-斯大林党、苏联政府及偉大的共产主义建筑师 И. В. 斯大林的领导下于短期間內就变成了具有高度技术水平及强大重工業的工業農業集体化的强国。

恢复与發展苏联国民經济的战后五年計劃在 1946—1950 年間已順利地完成了，并且計劃中的最主要的任务更大大地超額完成了。

在这个历史性的偉大工作的計劃中，对于運輸方面的建設，特别是对新公路的建筑曾予以特別重視。在战后五年期間汽車運輸的貨物運輸量增加到 1940 年的 2.3 倍。一万六千公里的硬路面公路筑成了。莫斯科-新費罗包利汽車干綫也通車了。

在五年計劃的末期公路網已增長到战前的 2.5 倍。

道路建筑事業的空前規模要求最大限度的机械化，因而，也要求扩大道路机械的生产。建筑机械与道路机械制造部制造出了很多最新型的建筑机械与道路机械、起重運輸設備、裝卸机械、以及供沉重工作机械化用的各种設備。

苏联人民称之为共产主义建設的伏尔加河、德涅泊河上已开工了的世界最大水力發電站的建筑，大土庫曼、南烏克蘭、北克里米亞以及伏尔加河-頓河灌溉运河的建筑將还需要大量的建筑机械、道路机械与特种机械。

这些偉大的共产主义建設將在所有沉重工作过程都最大限度地机械化的条件下进行。

共产党与苏联政府經常注意着机械化，特别是繁重工作机械化的問題。根据政府的決議已成立了專門的建筑机械与道路机械制造部，这个部的任务之一是以最新型的建筑机械来保証苏联的道路建筑及它項建設。在苏联領土上已建成了数以百計的道路机械站(МДЦ)以适应共和国性質及地方性質道路建筑机械化的需要。

在道路建筑工作中，不仅应用到簡單的机械，如：金屬平地机、挖溝机、輕型的刨土机等，同时也用到很复杂的机械。

建筑机械与道路机械制造部目前正成批地生产着下列建筑与养护道路用的主要道路机械(表 1)。

由于苏联公路及其他建筑的全部过程机械化的緣故，建筑机械及道路机械修理組織就具有非常重大的国民經济意义。

在联共(布)党第十七次代表大会上斯大林同志曾經指出：“拥有大批的拖拉机与机械使我們有責任……保持这些貴重机械經常处于良好状态，及时修理它們……修理的基础是小修和中修而不是大修^①。

^① И. 斯大林：“列宁主义問題”第 11 版，第 453 頁。

表 1. 主要道路建筑机械

机 械 名 称	牵引所需要的拖拉机、安装道路机械用的拖拉机或汽车所装发动机的类型
拖式道路机械	
Д-162А 型重型松土机	ЧТЗ-С-80
双轴液压操纵容积为 2.25 公尺 ³ 的 Д-193В 型铤运机	АСХТЗ-НАТИ
单轴液压操纵容积为 2.25 公尺 ³ 的 Д-230 型铤运机	АСХТЗ-НАТИ
钢索操纵容积为 6—8 公尺 ³ 的 Д-147 型铤运机	ЧТЗ-С-80
钢索操纵容积为 10—12 公尺 ³ 的 Д-213 型铤运机	ЧТЗ-С-80
手操纵的 Д-20А 型重型刨土机	ЧТЗ-С-65; ЧТЗ-С-80
机械操纵的 Д-192 型重型犁扬机	ЧТЗ-С-65; ЧТЗ-С-80
拖式 Д-128А 型平滑滚筒压路机	ЧТЗ-С-65; ЧТЗ-С-80
拖式 Д-130А 型羊足滚筒压路机	ЧТЗ-С-65; ЧТЗ-С-80
悬挂式道路机械	
Д-174А 型灌木切除机	ЧТЗ-С-80
液压操纵的 Д-159В 型推土机	АСХТЗ-НАТИ
钢索操纵的 Д-157 型推土机	ЧТЗ-С-80
单犁铧液压操纵的 Д-151 及 Д-229 型扫雪机	ЗНС-5 及 ЗНС-150
双犁铧的 Д-180В 型扫雪机	ЧТЗ-С-80
自行式道路机械及装有内燃机的机械	
Д-144 型重型自动刨土机	КДМ-46(ЧТЗ-С-80)
Д-83А 型 5 吨机动压路机	ГАЗ-МК
Д-211 型 10 吨机动压路机	У-5-МА
Д-150А 型自行式混凝土铺路机	У-5-МА
Д-181А 型自行漏斗式洋灰混凝土散布机	У-5-МА
容积为 3000 公升的 Д-141 及 Д-251 型自动散布机	ЗНС-5 及 ЗНС-120
Т-81 型自行式升送装货机	У-5-МА
生产率为 30 吨/时的 Д-152А 型沥青混凝土搅拌机	ГАЗ-МК
生产率为 25—30 吨/时的 CM-8-9 型的移动式卵石筛石设备	КДМ-46(С-80)
机械操纵的 Д-192 型重型犁扬机	Д-54

斯大林同志的这些指示具有非常重大的意义,并且是组织正确使用机械与修理机械的一切工作所应遵从的基本原则。

苏联共产党(布)中央委员会 1947 年二月全体会议“关于战后期间提高农业的措施”的历史性决议,对农业机械的技术保养及修理问题曾予以特别重视。联共(布)中央委员会全体会议指出:为了改进拖拉机、康拜因及农业机械的技术保养与修理工作,必须建立下列形式的修理机构:

“(a)在机器拖拉机站(МТС)管辖下的修理工场——主要进行拖拉机、康拜因的小修及农业机械与工具的全部修理,但不包括复杂的修理工序……。为了帮助拖拉机工作队进行技术保养并消除拖拉机、康拜因及农业机械在田间工作期间所发生的故障,在机器拖拉机站的修理工场中应备有流动修理车,在车上应装有一套钳工安装工具、工作台、轻便打铁炉及全套拆卸工具……。

(6) 區間大修工場(每 15—20 个机器拖拉機站)——进行拖拉機及康拜因发动机的全部大修并进行个别部件及組件的修理……。

(B) 修理工厂(每区 1—2 所)——进行汽車的大修与小修,修理机器拖拉機站的固定式发动机及机床,为机器拖拉機站修理工場及拖拉機工作队制造修理设备、各种拆卸工具及夾具……”。

苏联共产党及政府在农业机械修理方面的措施,指明了在国家一切国民经济部門中机械的修理与技术保养問題在使它們保持良好状态并延長它們的使用期限方面的重大意义。

同时还該指出,拥有大量机械,甚至最新式的机械,还不能就解决已定了的生产任务。經驗証明,确定机械高度运转指标的决定性因素是掌握技术的人,因为沒有人技术將是死的东西。

因此,随着苏联一切国民经济部門工作机械化的發展,党及政府对于訓練和培养有經驗的工程师与技师,尤其对培养千百万机械人員、工作队員及有經驗的工人,正予以極大的重視。

在爭取完成并超额完成斯大林五年計劃的社会主义竞赛过程中已成長出了很多新的人員——生产革新者們,他們的爱国主义創举已为国家節約了千百万盧布并显著地改进了工業和農業的工作。

在实现斯大林五年計劃的年代里,苏联学者們与生产革新者們——斯达哈諾夫工作者們,曾一起解决了很多修理与恢复机械方面的問題。

苏联学者們 B. Д. 格罗津、B. B. 叶夫列莫夫、B. И. 喀查尔切夫、A. К. 查依切夫、M. M. 赫魯曉夫、И. B. 克拉盖里斯基以及其他的科学工作者与工程师們已解决了各种磨耗与摩擦方面的理論問題以及修理与恢复机械的实际問題。

斯大林獎金获得者 A. H. 拉乍連柯与 B. И. 伏罗格金曾在金屬加工方面創造了許多在最小的耗費下达到較高劳动生产率的新方法。

这些爱国主义創举,如:亞历山大·楚特基爭取产品質量优良的斗争,弗拉奇米尔·伏罗生爭取生产的清潔、秩序及技艺的斗争,里奇亞·柯拉別尔尼可娃爭取綜合節約原材料的斗争,菲多尔·郭瓦廖夫为研究斯达哈諾夫劳动方法及有計劃地將这些方法傳授給工人而作的斗争等等,應該成为一切修理生产工作人員的財富。

倘在修理業務中广泛地应用这些工作方法,則建筑机械与道路机械的修理生产工作人員將会把这些業務的一般技术提高到更高的水平,大大地改进修理企業的工作并將使千百台道路机械与机构保持在随时可以工作的状态下。

在苏联科学技术的現有基础上綜合修理企業与研究机构的先进經驗是本教科書的主要内容。

第一篇 道路建筑机械修理总論

第一章 苏联道路建筑机械修理的發展簡史

道路机械开始应用于筑路已經很久了,例如:拖式压路机在 1787 年、挖掘机在 1839 年、軌石机在 1856 年、蒸汽压路机在 1859 年就相繼出現了,但对它們的修理問題直到最近还研究得很不够。

在革命前的俄国道路机械为数不多。当时聖彼得堡省具有最多的道路机械,在它的管轄下共有 137 部机械。这些机械的修理是靠手工業的方式进行的,主要是用現成的备件来替換用坏了的另件。这些散布在聖彼得堡省布尔柯伏乡村里的修理工場系布置在郵局的房子里并只有非常簡陋的設備。

早在偉大的十月社会主义革命以后的最初年代里,道路机械的修理就已經开始以高速發展了。

在 1918 年以小型的布尔柯伏手工業工場为基础組織了道路机械修理基地,在它的管轄下有了机床設備。在这个基地的任务中不仅包括了道路机械的修理而且也包括了在建筑期間这些机械的使用。布尔柯伏道路机械基地一直存在到 1921 年,以后它就被迁到吉突村。在 1932 年这个基地被改組为机械修理工厂,并将机械使用的任务移交給新組織的道路机械基地去办理。吉突村工厂的机械設備大見增加,在它的管轄下已有五十部以上各式金屬加工的机床。工人数在 150 人以上。工厂生产率提高到每年可完成 750 件大修任务。

在此同时又开始了烏拉尔区道路運輸局的烏拉尔道路机械修理基地的建造,莫斯科修理工厂也被奠定了基础。1930—1931 年間在斯摩棱斯克組織了以 M. II. 加里宁命名的修理工厂,建立了小型的区修理場網。

在 1931 年出版了第一本討論道路机械修理組織問題的著作——“区机械修理基地及修理工場的計算方案”。該書的作者是該項事業先进人物 A. II. 列伏茨基工程师。在 1932 年末以中央汽車運輸研究所(ИИАТ)的机械化部为基础組織了独立的中央道路机械科学研究所(ЦДОРМАШИНИИ)(列宁格勒),其中設有單独的道路机械修理部。

在 1932 年及 1933 年間,虽然就整体說来道路机械修理系統已有了很大的改进,但这些机械的修理組織还存在着严重的缺点。在那时的管理部門——道路運輸局——中道路机械修理的領導工作主要是分派專門的負責監督工作的机械化工程师。

在那些拥有較多道路机械的主要道路運輸局(如莫斯科及列宁格勒道路運輸局)中,为了进行机械化工作与机械修理工作特組織了机械化部,其中包括了由一些工作人員組成的特別修理小組。

在較大的从事建筑新路的建筑机构(公路建筑局、道路建筑局)中,所有的建筑工程机械化工作与机械修理工作都由專門的机械化管理处来执行。随着拥有机械数目的多少的不同,这些管理处或在本机构中設立机械化部(其中包括有道路机械修理小组),或仅配备一个人使用道路机械并从事机械修理的组织工作。

在那些已有的修理工场中,一切机械修理工作都是用个别修理法并且是根据需要而进行的,这里的所谓需要,实际上指的是由于机械發生严重故障而不能繼續工作的情形。这样的修理组织制度是不能使机械保持良好的技术状态的。

在几个斯大林五年计划的年代里,随着公路網的日益發展及道路建筑工作規模的巨大增長,机械总数已增加得使目前的机械数量無法与过去相比較。道路事業的發展要求对其管理机构徹底改組并应用更高的修理技术。

在苏联内务部公路管理总局系統中,道路建筑机械化的领导工作系由机械化处来主持和执行的。这个处負責組織野外机械修理,作出野外修理場、流动修理場及固定修理場的标准設計,以及組織中央修理場与修理厂的工作。

为了管理某些大的修理場及修理工厂又成立了“机械修理托辣斯”的组织,它根据公路管理总局批准了的計劃或机械化处的通知执行机械的大修工作。

大型的道路企业——公路管理局、公路管理处、道路管理局、建筑管理局及采石場均具有由这些部門的工長們所管轄的区修理場,并且在許多这样的企业中还設有中央修理場担任机械的小修、中修甚至大修的任务。

在加盟共和国部長會議下的道路管理总局的系統中,全部道路机械及他种机械均集中在按地区原則組織并直接受道路管理总局机械化处领导的道路机械站(МДС)中。这些站系根据包工原則組織并进行工作。它們的任务是机械化建筑并在正常通車的地段担任公路修理的任务。每个道路机械站具有修理場,准备在冬季进行全部机械的修理。

在公路管理总局的所有机构中从1948年起已采用了更完善的拖拉机及道路机械的計劃預防修理制度(ППР),这在它們的修理与保养方面是很大的成就。运用了这个制度已大大地提高了机械的生产率、保證了它們的良好技术状态、縮短了机械在复杂修理时的停頓時間。除此以外,这种措施又使在机械养护方面及在爭取延長大修前的修理間隔(即修理周期)方面开展斯达哈諾夫运动具有更大的可能性。

在苏联的修理与恢复磨耗另件方法的發展史中明显地表現出了以下的几个阶段。

在偉大的十月社会主义革命以后、国家广泛工業化开始以前的最初年代里,所有的机械大半是陈旧的。机械分散于全国,其数量不多及牌号复杂的現象注定了唯一可能的修理方法就是机械及其另件的个别修理。在这种修理方法下机械另件的互換性就被破坏了。

到了第一个斯大林五年計劃期間,道路建筑机械在国内已煥然一新,数量大大地增加了。为了使它們保持在良好的可工作的状态下,在苏联就成立了机械大修工厂。

以工厂方法进行修理就要求在修复另件时遵守成批生产的方法,亦即在修理另件时要求保持互換性的原則。为了保持这个原則,首先在修理工作中对大量机械另件采用了各种

标准修理尺寸。在修理工作中运用了成批生产的方法使修理技术得到了大大的改善：减少了机械在修理时的停顿时间、降低了对熟练劳动力的要求、机械的組装过程变得较为簡單、修理成本也降低了。

但与此同时，随着修理尺寸应用范围的扩大，修理尺寸制度的缺点也开始严重地表现出来了：另件的生产计划与登記复杂化起来了，因为计划与登記应按每种修理尺寸来进行；倉庫中另件的数量增加了；在机械車間中产生了附加的任务——制造各种修理尺寸的另件，因为从制造工厂送到修理工厂的現成的各种修理尺寸的另件的数量是不够的。

虽然乍看起来应用各种修理尺寸似乎簡單而方便，但倘广泛应用它們于实际修理工作就会發現很多的缺点。由于这样的理由，于是寻求按厂用公称尺寸修复磨耗另件的方法就变成一項任务了。

按厂用公称尺寸修复磨耗另件这一新方法的运用表征着修理方法發展中的新的阶段，这个阶段从1930—1932年間开始。应用鍍銘和堆焊来修复磨耗另件以及其他各种修理工艺是它的有代表性的特点。首先把这种新的修复另件的工艺方法运用到生产方面的是先进的莫斯科汽車修理工厂。

新的修理工艺方法消除了由于在修理工作中应用修理尺寸所造成的缺点。当运用这些修复另件的方法时就把修理技术提高到了新的更高的水平。

但这些方法也具有若干缺点。为实现这些工序所需的设备比較复杂及价格高昂，是金屬噴鍍和鍍銘的主要缺点之一。因此金屬盖复車間的設置仅在大工厂才有可能。

上述情况促进了新的另件修理方法的产生：用塑性变形法及另件个别部份掉換法等来修复另件。

新的修理与恢复另件方法的代表性特点是不需要复杂而高价的设备就可以完成工作。修理工作可借万能设备在任何生产条件下(包括野外情况在內)完成。

在战后的年代里，上列方法的运用起初主要由于对新方法工艺学的理論研究工作做得不够，以致在个别情况下未能保証另件修理的質量而遭到了某些困难。目前苏联工厂已积累了足够的生产經驗，进行了一系列的研究工作，因而部份困难業已消除；所以新的方法正广泛地被应用于生产中并获得很好的修理質量。

除了一些最簡單的修复另件的方法以外，近年来还运用了很多較為复杂而近代化的另件修理方法与工艺过程，例如：磨耗另件的表面鍍鉄、用硬質合金堆焊磨耗另件、用斯大林獎金获得者 A. H. 拉乍連柯的方法对另件实行电火花加工、根据斯大林獎金获得者 B. П. 伏罗格金教授的方法应用高頻率电流。

上述机械修理工艺發展的各个阶段确定了每种修理方法的应用地点与范围。

在苏联，另件及整个机械的修理工艺学正在世界上最先进的本国技术基础上發展着。在大多数情况下，修理工艺方面的領導地位乃是屬於苏联的学者們与工程师們的。

社会主义的计划国民經济制度为修理技术的發展創造了非常有利的条件。下面的事实可以作为这件事情的証明之一，即在外国的技术書籍中几乎沒有总结修理經驗或全面論述

这个问题的理論的科学著作。仅有一些經常帶有广告性質的个别厂家的說明書及杂志論文,其中給出該厂出品机械的使用、技术保养及修理方面的說明而已。

在苏联,对于机械修理問題是極端重視的,并出版了大量有关这些問題的書籍。

第二章 苏联学者們和科学研究機構在研究机械磨耗和修理方面的貢獻

在苏联国民經济部門中工作着的大量各种机械,要求迅速而有效地作出能延長它們使用期限的措施。

机械的使用期限主要与机械另件的耐磨性有关。为了寻找提高另件耐磨性的方法,就必須深刻地了解与摩擦及磨耗有关的現象,并研究相配另件的工作情况。

苏联的学者們由于考虑到这些問題的重要性,在这方面进行了巨大的科学研究工作。

在这方面占领导地位的有由斯大林獎金获得者 E. A. 楚达可夫院士所主持的苏联科学院机器学研究所、烏克蘭苏維埃社会主义共和国科学院的建筑力学研究所、西伯利亞物理技术研究所、全苏农業机械化科学研究所、汽車拖拉机科学研究所、中央汽車运输科学研究所及其他科学機構。

公路管理总局道路科学研究所及其列宁格勒分所正致力于道路机械另件的磨耗与修理問題的研究。

苏联的学者們,例如:苏联科学院通訊院士 B. B. 介力亞金、烏克蘭苏維埃社会主义共和国科学院通訊院士 B. Д. 格罗津与 И. B. 克拉盖里斯基、A. K. 查依切夫、M. M. 赫魯曉夫、A. C. 阿赫馬托夫、Д. B. 康維沙罗夫等教授、B. И. 柯斯杰茨基副教授等人在摩擦与磨耗过程研究方面曾进行过巨大的工作。

他們的研究对于国民經济具有重大的意义,因为这些研究將使提高另件耐磨性的問題有获得順利解决的可能。各部門科学研究所所进行的大量工作主要是在發动机另件的磨耗方面,这是因为这个組件是在極其困难的情况下工作的,并且整个机械的工作多半决定于它的良好状态。

中央汽車运输科学研究院(ЦНИИАТ)的人員曾集中注意力于汽車另件在使用情况下及在實驗室情况下磨耗的研究。

全苏农業机械化科学研究院曾在研究拖拉机及其他农業机械各种另件的磨耗与修理方面进行了巨大的工作。研究院的研究工作在这方面占据着主导地位,并在延長这些机械的使用期限及这些机械的修理方面具有重大的意义。

加强了的道路建筑工程的机械化、从事道路机械成批生产的本国工業的組織及为延長机械使用期限而奋斗的任务,正迫切地要求着該部門的科学工作者們在这方面更广泛地开展科学研究工作。

关于修理汽車、拖拉机、农業机械及道路机械的科学现在还很年輕,在苏联它在这些机械出現于我們社会主义事業中时也同时得到了發展。苏联的学者們在建立与發展这种科学方面的领导地位是無可爭辯的,这种科学在国外未曾有过而且直到現在还没有。

大規模地造就高度技术水平的專家——修理汽車与道路机械方面的工程师,在苏联已在1930年就成立了的各汽車-公路学院中开始了。在这些学院中成立有專門的修理教研組負責培养青年的科学工作者們。

最早出版的关于汽車修理方面的一些書籍是由 A. A. 庫罗夫工程师和 И. B. 格利波夫教授写作的,他們是这方面的最老的工作者,在書中主要介紹了从事个别及手工業汽車修理法的修理場的工作經驗。

技术科学博士 B. B. 叶夫列莫夫教授在建立苏联的机器修理科学方面有很大的貢獻。汽車修理工艺学以及汽車修理企業設計与組織方面的主要参考書籍很多是由叶夫列莫夫教授編写的。叶夫列莫夫教授的書籍被采用作为各公路学院及汽車学院学生的教科書。在这些書籍中曾闡述了各汽車修理企業的丰富工作經驗以及各研究所在汽車另件磨耗方面科学研究工作的成果。

B. B. 叶夫列莫夫教授又曾在修理尺寸的基础上研究出了修复另件的新方法,他創立了在使用情况下对机器进行研究的方法并解决了很多其他修理生产方面的問題。

在拖拉机及农業机械修理方面主要的貢獻是屬於技术科学博士 B. И. 喀查尔切夫教授的(列宁格勒农業机械化学学院)。

他所著作的“机器修理学”一書是他在这方面所进行的巨大有效工作的成果,該書是农業机械化学学院和农業机械化系的教材。喀查尔切夫教授研究过有关于另件配合間隙極限值的理論問題以及一系列的其他实用問題。

苏联学者們及各科学研究所摩擦、磨耗及机器修理方面的科学著作,在寻求提高另件耐磨性及正确安排各种机械修理工艺的方法方面,对于苏联工業与經濟的帮助是很大的。

第三章 另件的摩擦与磨耗

1. 摩擦

道路建筑机械的另件、部件及組件往往在很不相同的情况下工作。相配另件在动座配合的情况下是这样的連接:在摩擦的工作表面之間留有适当的間隙。这些表面的状态應該能滿足某种配合的技术条件。

在机械的工作过程中由于各种原因的影响,在相配另件与部件之間常出現足以妨碍它們正常工作的各种磨耗。在相配另件之間所出現的磨耗主要是摩擦过程的結果。在摩擦的影响下另件的表面層將被磨坏并在它們的配合中出現間隙,亦即一定的技术条件遭受到破坏。另件与部件的正常工作情况的遭受破坏將促使它們需要修理。

摩擦是当相接触的物件互相移动时所發生的阻力。这个定义曾为俄国偉大的科学家 M. B. 罗蒙諾索夫在俄国科学中所引用。

在下面將要进行一些討論的各种形式的摩擦中我們先来談一談所謂的干摩擦。在工業中常遇到这种摩擦,特別在工作情况完全不需要潤滑的时候(例如在制动器中),或者因为相配零件在很高或很低温度下工作虽很需要潤滑但是不可能的时候。也常有某些机械零件虽在普通温度下工作但不加以潤滑,例如道路机械及拖拉机等履帶零件。

所有在摩擦方面的最重要的成就都是由苏联的科学家們获得的。在这方面已有的一些知識,在實質上,可归結为阿孟东-庫倫定律,这个定律沒有揭露出摩擦的物理實質,它只確立了摩擦力与垂直压力間的近似关系。

除了这个众所周知的定律以外,也曾有过某些認為摩擦系数与摩擦物的接触面积、速度及压力等無关的錯誤見解。苏联的科学家們在發展关于摩擦科学的过程中指出了旧的理論已不能解决苏联先进技术所提出的問題。这个任务只能用深入研究干摩擦的物理實質的方法才能得到解决。

苏联的科学家們在这方面的成就已获得了世界的公認并在新的技术中获得了实际的应用。

为了更充分地提供关于这方面的成就,讓我們先来談談两种較早的摩擦假說——机械的与分子的,它們几乎同时在十八世紀就出現。

机械的假說以下面的假定为基础:所有的摩擦面总具有一定的粗糙度,即具有肉眼所不能觉察到的凸处(頂峰)与凹处。当这些面相接触时其中一个面上的凸处將陷入另一个面上的凹处,因此互相牽制,于是当物体滑动时就会發生阻力。

分子的假說以下面的假定为基础:摩擦是物体分子相互作用的結果。

进一步的研究指出,两种假說均仅能个别地解釋某些与摩擦过程有关的现象。此外,倘一系列的现象可以很容易地用一种假說来解釋时則無法用另一种假說来解釋。

根据摩擦的机械假說可以断言,当一个粗糙表面上的凸起陷入另一表面上的凹陷愈深时則这个物体愈难在另一物体的表面上移动,因为勾結着的凸起所呈現的阻力將阻碍这种运动。在这种情况下摩擦系数应随表面粗糙度的数值、表面上所受的压力、滑动速度及材料的机械性質而变,亦即随表面上所具有的凸起容易被变形及被破坏的程度为轉移。

于是就該这样了,例如,表面粗糙度愈大摩擦力就應該愈大。研究指明,摩擦系数也随着压力的增加而有一些增大。

根据摩擦的机械假說可以很容易得出結論:如滑动速度愈大則在滑动时表面上的凸处應該愈容易被破坏。因此摩擦系数应随速度的增加而减小。苏联科学家們所进行的試驗曾指出这些結論不能推广到所有的情形。对于粗加工的表面而言实际上摩擦随粗糙度的增加而增大。但与此同时在理論与实践当中均証明,对于較光滑的表面而言摩擦力不是减小而是显著增大,并且当表面非常光滑时摩擦力变得很大。同样的試驗也曾指出,在压力增大时摩擦系数或者减小,或者先增大而后减小。

根据上列資料显然摩擦的机械假說不能解释所列举的現象。

摩擦的分子假說用表面分子的結構来解释摩擦过程,当与表面直接接近时分子力(分子力場)就起作用。因此当两个表面足够靠近时它們的力場就起着交互的作用,并且具有較大力量的那些面会彼此吸引。如苏联科学院通訊院士 B. B. 介力亞金曾确定,由于这种吸引力的存在甚至当直接接触尚未开始时摩擦就会發生。技术科学副博士 B. C. 西得罗夫所进行的研究也証实,摩擦的發生不仅系由于因分子間的吸引力而产生的附加压力,同时也由于那些足够接近但尚未接触的表面的力場因它們的断断续續的結構而起着交互的作用。当一个断断续續的力場在另一力場中移动时就要耗費一定量的机械功,这种功然后将轉变为热。

利用这个假說可以認為,摩擦表面彼此愈接近,摩擦表面分子間的相互作用及因此所耗費在它們的“扰动”上的功將愈大。于是加工較精細的表面彼此接触就較紧密,而較粗的則紧密程度就較差。所以,表面粗糙度愈小者摩擦就愈大。

显然,这种假說是較符合于实际的,因为它解释了机械假說所不能解释的現象。但是尽管它是比較完善而对于很多摩擦現象它还是不能解释。例如,它不能解释为什么随着加工表面粗糙度的增加摩擦也要增加,以及为什么随着滑动速度的增加摩擦系数先增大而后又开始减小等等。

在1946年,苏联科学家 H. B. 克拉盖里斯基与 B. B. 介力亞金所倡議的最新的、最完善的分子-机械摩擦理論回答了这些还没有解决的問題。根据克拉盖里斯基教授的理论,摩擦系由两种阻力所組成,其中之一是机械阻力,而另一种則是摩擦面上的分子的交互作用。克拉盖里斯基教授曾指出两个表面可不沿整个可見面积接触,而仅在少数微观部份接触,这些微观面积的总和形成了等于可見面积万分之一到五万分之一的实际接触面积。干摩擦現象就在这个部份發生。分子的交互作用也發生在表面的整个实际接触面积之間。

这种交互作用將引起鄰近于实际接触面积的大塊材料的变形。

苏联科学家們已將干摩擦的分子-机械理論發展到这种程度,即借助于这种理論可解释很多在摩擦表面滑动与滚动时所發生的現象。

2. 摩擦的种类

在机构与机械原理中根据相接触物体的三种可能的相对移动方式可將摩擦分为下列数种:第一种摩擦或滑动摩擦;第二种摩擦或滚动摩擦;第三种摩擦或轉动摩擦。

轉动摩擦被研究得最少,所以当解决实际問題时这种摩擦常被尽量归納到滑动摩擦或滚动摩擦中。

当可变形的物体作相对移动时,它們之間的接触常不是点接触而是發生在被称为接触面积的区域中。在这些接触面积上可以發生各种很不同的物理-分子現象,例如:微粒的彈性与塑性变形、微粒的分子連接、气体薄層的毛細管現象、微粒的分散等等。某些科学家在研究这种問題时已总計出二十多种这些現象,并且其中很多种是互相关联的。

發生在兩個相接觸(相摩擦)物体彈性面积上的这些現象間的数量关系和質量关系主要要看它們之間具有液体層还是气体層——潤滑剂。

因此,根据有沒有潤滑剂以及由潤滑剂所形成的潤滑層的特性可分成下列几种形式的摩擦:

純摩擦是当在摩擦面上完全沒有液体層或气体層形态的混合物存在时所發生于接触面之間的一种摩擦。实际上純摩擦很难实现;它仅在不氧化的介質中或真空中才有实现的可能。

干摩擦是当摩擦面之間沒有潤滑剂时所發生的一种摩擦。

極限摩擦是当摩擦表面为厚度不超过 0.1 公忽的油層所分隔时所發生的一种摩擦。極限薄膜具有特殊性質且不服从流体动力学的一般定理;因此不应当將它与正常尺寸的油膜混为一談。

液体摩擦是当摩擦面完全为不允許摩擦物体相接触且承受全部負荷的正常尺寸油膜分隔时所發生的一种摩擦。

半干摩擦是当大部份負荷由直接接触傳給摩擦表面,而仅小部份負荷为油膜所承担时所發生的一种摩擦。

半液体摩擦是当大部份負荷傳給油膜,而仅小部份負荷为摩擦表面的直接接触所承担时所發生的一种摩擦。

所有这些形式的摩擦在它們的本質方面均完全不同,因此在具有所有这些摩擦形式的机器或機構中計算摩擦力的方法也就不同。

干滑动摩擦(第一种摩擦)。滑动摩擦力与垂直压力之間的关系早在十六世紀之初就被指出。在十七世紀末阿孟东最后确定了这个原理,提出了正比定律,而在 1799 年庫倫又給出了滑动摩擦的二項式定律:

$$F_1 = A + fN,$$

其中包括了修正数 A , 这个修正数是为考虑摩擦物体的相互連接能力而設的,并与压力無關。

由于 A 与 fN 比較起来数值很小,所以对于粗加工另件在二十世紀以前曾將它忽略。

仅在最近由于另件加工与光制工艺过程的改进才又恢复了二項式的关系。根据苏联科学家 И. Б. 克拉盖里斯基与 Б. Б. 介力亞金的研究,对数值 A 已賦予了完全确定的作用,这种作用可归結为在摩擦定律中引入了分子相互作用力的影响。但由于确定 A 值的困难,直到現在在实用上主要还是应用被称为阿孟东-庫倫定律的單項式的摩擦定律。

干滑动摩擦的基本定律可以归結成下列說法:

在平面上的滑动摩擦力与垂直压力成正比:

$$F_1 = fN。$$

滑动摩擦力的方向与摩擦物体的相对速度相反。

滑动摩擦力作用点的精确位置是不知道的。