

101327



筑路机械易损零件的 堆焊修理法

苏联技术科学副博士 П.Н. 里沃夫著

陈公柔译 柳克令校



人民交通出版社

38
6035

538
5/6035
K.10

筑路机械易损零件的 堆焊修理法

苏联技术科学副博士 П.Н. 里沃夫著

陈公柔译 柳克令校

人民交通出版社

本書內容是敘述利用堆焊法來修理筑路機械磨損的零件。原書為蘇聯道路出版社「技術經驗交流」叢書之一。

經驗證明，採用這種新的修理方法，可使已報廢的零件再生，其成本僅為新零件成本的10~14%，而且耐磨性還可較新的零件更高，同時也不需要特殊的設備。採用這種方法不僅可替國家節省大量鋼材，還可簡化配件供應的問題，減少機械停歇時間，提高機械的利用率，降低工程成本，對國民經濟有很大的意義。

本書可供筑路與建築機械的修理、製造人員學習和參考。

統一書號：15044·1131-京

筑路機械易損零件的
堆焊修理法

П.Н.ЛЬВОВ

РЕМОНТ

БЫСТРОИЗНАШИВАЮЩИХСЯ

ДЕТАЛЕЙ

ДОРОЖНЫХ МАШИН

ПРИ ПОМОЩИ НАПЛАВКИ

ДОРИЗДАТ

МОСКВА 1952

本書根據蘇聯道路出版社1952年莫斯科俄文版本譯出

陳公柔譯 柳克令校

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新華書店發行

公私合營慈成印刷工廠印刷

1956年8月北京第一版 1956年8月北京第一次印刷

開本：787×1092 1/32 印張：3張

全書：69,000字 印數：1—3,800冊

定價(10)：0.44元

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號)

目 錄

原出版者的話	1
序 言	2
第一章 筑路机械工作機構磨損过程的概述	5
1. 顎式碎石机牙板的磨損	5
2. 輥式碎石机輥軋的磨損	7
3. 挖掘机鏟斗鋼齒的磨損	9
4. 平地机、鏟运机、推土机的鏟刀及地凝膏拌合机攪拌叶的磨損	10
5. 鋼的耐磨性和質量	10
第二章 各种提高筑路机械工作機構的耐磨性和修复的方法	19
1. 不焊固的可換式复面	21
2. 焊固的可換式复面	22
3. 已磨損零件的堆焊	25
第三章 各種堆焊方法	27
1. 气焰堆焊法	27
2. 粉末合金堆焊法	28
3. 帶合金包藥焊条的电弧堆焊法	30
4. 附加焊条的电弧堆焊法	31
5. 各种堆焊方法的比較	33
第四章 附加焊条的电弧堆焊法	34
1. 使用不帶包藥的鑄鉄附加焊条	34
2. 使用帶包藥的鑄鉄附加焊条	39

	3. 使用帶包藥的鋼質附加焊條.....	44
第五章	筑路机械零件堆焊的實踐.....	64
	1. 附加焊條的製造.....	64
	2. 用堆焊法修復顎式碎石機的牙板.....	68
	3. 輥式碎石機軋輥的堆焊.....	75
	4. 修復挖掘機鏟斗上已磨損的掘齒.....	77
	5. 平地機鏟刀的堆焊.....	78
	6. 其他筑路机械零件的堆焊.....	82
	7. 堆焊用的電焊條.....	83
	8. 用堆焊法製造新零件.....	84
	9. 堆焊零件一般的指示.....	86
	10. 製造附加焊條的基地.....	87

原出版者的話

本書系研究由 П. Н. 里沃夫所建議的、并在全蘇建筑与筑路机械制造科学研究院中和公路总局道路科学研究院中研究出來的、具有高度生產率的、修理已磨損零件的新方法。

这种方法已經獲得了道路建筑者們的承認；目前有許多新的機構已開始掌握这种方法。

用組織州和边疆区的附加焊条制造基地的办法來过渡到廣泛的運用这种方法，已經粗具輪廓了。

出版者認為這本書的出版可使廣大的工程技術人員和經濟工作人員認識机械站使用条件的重大改進的可能性，并能幫助工厂的工作人員來探求改善他們的產品質量以及延長他們所制出的机械的使用寿命的途徑。

序 言

生產建筑与筑路机械的机械制造业新部門，在战后的几年里已經發展起來了。如果从前这些机械產量还不多的話，那么，它們現在已是每年成千上万地由我們的工厂制造出來。筑路工程全盤机械化已成为現实了，开始有了加速建筑高級道路、改善其質量及使道路維持良好状态的廣大的可能性。

这些筑路机械，例如挖掘机、平地机、碎石机、混凝土拌合机、鏟运机等等，都是在非常繁重的条件下工作的。它們的零件受着砂子、礫石、混凝土及其他建筑材料的剧烈磨蝕。筑路机械所完成的工作过程，会使它們的工作机构很快地磨損。

世界各國都开始采用硬的花崗石來建筑道路；这种石料需要在碎石机內軋成小的碎石。軋碎花崗石能引起碎石机牙板很快的磨損。通常在軋碎 1000 立方公尺花崗石以后，板牙即已磨坏，而必須更換。但是每一部碎石机在一年中應該不只是軋碎 1000 立方公尺的花崗石。因此在一年中需要更換几次磨坏的牙板。

平地机的鏟刀在一季中需要更換 2 ~ 3 次，而在清除礫石路时更換次数还要多。其他筑路机械的工作机构磨損也不会比它少。

当这些机械数量还不够多的时候，它們的配件的供应工作还没有發生过嚴重的困难。但是現在在机械数量很多的情況下，为了制造配件每年需要消耗几万噸好的、大部分是合金的、貴重的鋼材，同时还要消耗几十万工时來制造零件，工程中的筑

路机械配件的供应已成为头等重要的問題。为了解决这个問題，給工厂加上了配件額外定貨的負担，配件不能按期送到工地，就会打乱完成工程計劃正常的進度。所以，隨着机械数量的增加，配件供应的問題就更为嚴重。因此提出了另外一个問題，即：在不降低机械生產率的情况下來减少配件的消耗。为了解决这一問題，可指出兩種办法：

1) 提高易損零件的耐磨性，这样就能夠减少新配件和制造它們的鋼材的需要；

2) 在工地上或修理厂中將已磨損的零件，加以修复而不必更換新的零件。

第二种办法是最引人注意的，因为如果学会修复已磨損的零件的話，那么甚至不用增加它們的耐磨性，就可以使制造相应数量配件所需要的鋼材節省 60~85 %。碎石机牙板的板牙重量僅为全部牙板重量的 18~25 %。

当它們上面的板牙磨損以后，牙板即成为廢鉄。如平地机鏟刀寬度为 150 公厘时，寬度的容許磨損不得超过 40 公厘，也就是僅为鏟刀鋼料重量的 27 %。經過这样的磨損以后，鏟刀也就成为廢鉄。

此外，如果考慮到不僅是有修复已磨損零件的可能性，而且同时还能把它們的耐磨性提高，并且这种修复的费用是比新配件价值低的話，那么解决修复已磨損的零件的問題，顯然是刻不容緩的。

采用預防修理的方法來維持各种零件（例如挖掘機鏟斗的掘齒）处于完善状态的可能性，乃是由簡單更換零件过渡为修复已磨損零件的極為重要的优点。掘齒和鏟刀的切削特性良好，就能降低土壤的切削力，因而也就能减少机械上機構的損坏和燃料的消耗。

應該指出，生產機構以及科學研究機構對整個所有的問題研究得很少。對於修復已磨損零件所用的材料的研究關心得不够（例如合金電焊條的製造），在提高製造許多零件需用的鋼材的耐磨性能方面（例如加德菲力德鋼（Сталь типа Гадфильда）平地機鏟刀所用的低合金鋼等）進行的工作也很少。

因此，必須嚴重注意修復筑路機械已磨損零件所需的材料對工程的保證以及這種工作的組織和人員的訓練。沒有這些先決條件，修復零件的最好的方法也將不會有充分的效果。

下面所述提高筑路機械易損零件耐磨性和利用堆焊法來修理它們的研究，是由全蘇建築與筑路機械製造科學研究院焊接試驗室和道路科學研究院筑路機械科在1948～1951年間進行的。這些研究的成果已經在各種工程中予以運用。

第一章 筑路机械工作机构磨损过程的概述

为了正确地估计和选择最合理的提高筑路机械零件耐磨性能或修复损坏零件的方法起见，就必须了解在各种不同的建筑材料加工时零件磨损过程的实质。为此，必须研究颚式碎石机的牙板、辊式碎石机的轧辊、平地机的鏟刀、挖掘机鏟斗的掘齿以及其他筑路机械许多零件的工作特性。

首先可以指出，砂子、石块或其他材料加于零件上的单位载荷数量越大，或者这些材料的强度和硬度越大，这些零件损坏也越快。如果材料对零件的移动速度增大时，零件的磨损即将加剧。最后零件磨损的程度与载荷的性质有关。在冲击载荷、压力数值不变的载荷或其他载荷的作用下，零件磨损的程度是不同的。

当然，在这里研究零件事故性的损坏是不适当的，必须只是研究机械工作过程中零件正常的磨损情况。

筑路机械零件的正常磨损是由于某种被加工的材料受压在零件表面移动的作用下，零件材料逐渐被破坏。磨损就是随之发生小块崩落的零件金属的颗粒的机械破坏。

1. 颚式碎石机牙板的磨损

现在使用着带单式摆动和复式摆动的活动牙板的碎石机。

带单式摆动的牙板的碎石机（图1）工作时，在活动牙板开始移动时，落入两牙板之间的石块，即压挤在固定牙板a和活动牙板b之间。活动牙板b与固定牙板a的接近首先引起石

塊的壓緊和石塊上小的凸出部分的破壞。然後牙板施於石塊上的壓力很快地增高；因為石塊實際上沒有塑性，所以在被板牙壓擠的地方石塊由於應力集中而出現一道或數道裂縫（圖2），石塊即裂成數塊（圖3）。用時間表示的上述石塊的破壞過程示如圖4，圖中第Ⅰ段表示石塊的壓擠，第Ⅱ段表示壓力的增高，第Ⅲ段表示石塊的破壞。

在與石塊接觸的地方的板牙金屬上產生高度的應力。這種應力可以達到板牙金屬的強度極限，因此發生板牙的局部破壞，當牙板δ（圖3）更向前移動時，軋碎的石塊便在作用力 N 的作用下在板牙表面上滑動，因而引起板牙強烈的磨損。

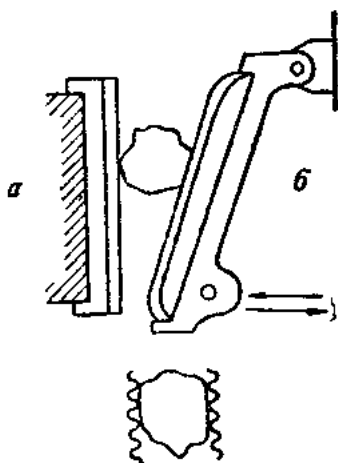


圖 1

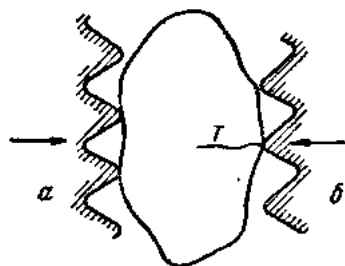


圖 2

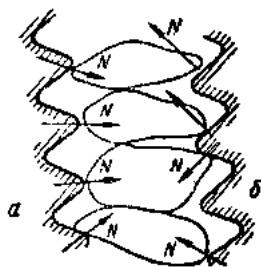


圖 3

帶復式擺動的牙板的碎石機的工作過程與上述碎石機不同的地方是它的活動牙板不僅向石塊壓進，同時還沿石塊向下滑

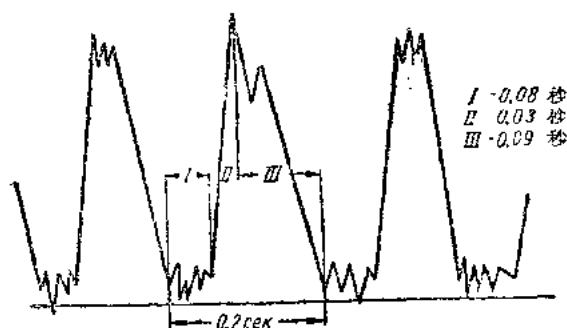


圖 4

动（圖 5）。牙板对石塊的这种运动，增加了石塊在板牙上的移动（參見圖 3），也就更加剧了板牙的损坏。因此，复式擺动的碎石机的牙板比單式擺动的碎石机的牙板损坏得更快。可見碎石机牙板的损坏是由于石塊压挤在它上面和石塊在它上面的移动而發生的，也就是牙板進行軋碎工作的結果。

从圖 4 中可以看出，第 II 段所占時間約为 0.03 秒。这个時間適合于各种碎石机第 II 段过程的平均速度，即牙板载荷的速度，約为 1.5~2 公尺/秒；也就是說牙板的载荷是帶有冲击的，它需要牙板的材料額外地具有足夠的冲击韌性。

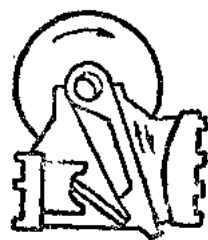


圖 5

2. 輥式碎石机軋輥的磨損

当輥式碎石机工作时，石塊被压挤在光輥和槽輥之間（圖 6），并随着它們一同移动而被軋碎。已軋碎的石塊再次被压挤在兩軋輥之間，在压力之下沿着兩軋輥而滑动并引起軋輥金

屬的损坏。假定軋輥的直徑 $D=600$ 公厘，軸每分鐘轉數 $n=75$ 。
从开始压挤石块的那时起，弧綫 AB （圖 6）將經過一段時間：

$$t = \frac{60}{75} \cdot \frac{\alpha}{360} \text{ 秒}$$

如不計槽輥槽棱对石塊的夾持的話，那么 α 角的極限容許数值可由下式決定：

$$N \sin \alpha = N f \cos \alpha$$

式中： $f = \tan \alpha$ ——摩擦系数。当石块与軋輥摩擦时，此系数可取为 $f=0.3$ 。而 $\alpha=17^\circ$ ， $t=0.04$ 秒。在槽輥上的槽棱还能帮助夾持石块，因此容許的摩擦角 α 可稍大于 17° 。

假定 $\alpha=20^\circ$ ，而軋輥直徑 $D=600$ 公厘时，

$$AC = r \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right) = 19.8 \text{ 公厘}$$

如果碎石的出口处寬 $BE=20$ 公厘的話，那么進入軋式碎石机中的石块原有尺寸可为 60 公厘左右。在被观察的情况下，在 0.04 秒的时间內 AC 的尺寸系以 0.5 公尺/秒的平均速度在 19.8 公厘至零之間变化。

由于石块实际上沒有塑性，只要 AC 的尺寸稍有变化，即足以引起石塊的破碎。如果由于軋輥的旋轉使 AC 的距离减少 2 公厘，也就是 α 再等于 19° 时，那么 AC 的变化系在 0.002 秒的时间內進行。因而在石块上的压力增高的平均速度

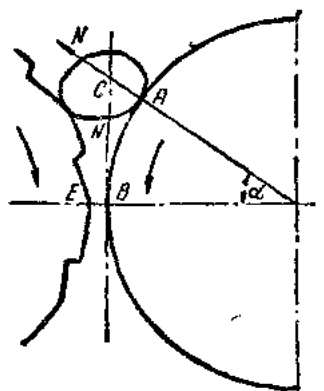


圖 6

將為：

$$v_{CP} = \frac{0.02 \text{公尺}}{0.002 \text{秒}} = 1 \text{公尺/秒}$$

可見，它是冲击載荷。軋輥金屬的質量因此不能低於顎式碎石機牙板金屬的質量。

在軋式碎石機兩軋輥之間石塊的破碎與軋輥金屬上局部應力的產生有關。這種應力視石塊的強度而定，或者低於軋輥金屬的屈伏點（如軋碎石灰石時）或者也可能超過它的屈伏點（如軋碎花崗石時）。在後者的情況下，視軋輥金屬的性質如何而可加強其強度和硬度（冷硬化），或者是產生零件局部的損壞。

由此可見，軋式碎石機軋輥的損壞過程與顎式碎石機牙板的損壞過程在原理上並無區別。

3. 挖掘機鏟斗掘齒的磨損

挖掘機鏟斗在土壤中移動的平均速度，可取為 0.6~0.9 公尺/秒。因此挖掘機在軟質土壤中工作時掘齒上的載荷不產生冲击。在岩石土壤中工作時，挖掘機掘齒上則可能產生冲击載荷。

挖掘機掘齒上的載荷距屈伏點很遠，因此，不會引起金屬的冷硬化。當掘齒在土壤中受到石塊的障礙時，全部載荷發生在掘齒的某些支承點上，這是例外的個別情況。因此挖掘機掘齒的磨損主要只是由於在它上面滑動的土壤引起的磨損，而掘齒磨損的速度則與土壤的性質有關。

既然掘齒上的單位載荷比碎石機牙板上的單位載荷少得多，所以挖掘機鏟斗掘齒受到的磨損，就比碎石機牙板要小得多。

4. 平地机、鏟运机、推土机的鏟刀及 地瀝青拌合机攪拌叶的磨損

平地机的鏟刀或挖掘機鏟斗的掘齒在土壤中移动时所發生的現象是彼此類似的。平地机或鏟运机的鏟刀切刃上的單位載荷通常不超过 3 公斤/公分^2 。只是在刮集石塊或刮整碎石道路时，鏟刀切刃上才会發生較高的应力。但是只是在个别情况下，这种应力才能达到鏟刀金屬的屈服点。

地瀝青拌合机攪拌叶的磨損与平地机鏟刀和挖掘機鏟斗掘齒的磨損类似。

凡与進行加工的材料相接触的那些筑路机械零件的磨損，都是由于同样的原因而發生的；磨損強度的差別（当零件金屬相同时）視所加工的材料类别（軟質土壤或軟質石塊、花崗岩等）、这种材料施于零件上的压力以及加工材料在零件上相对运动的速度而定。

5. 鋼的耐磨性和質量

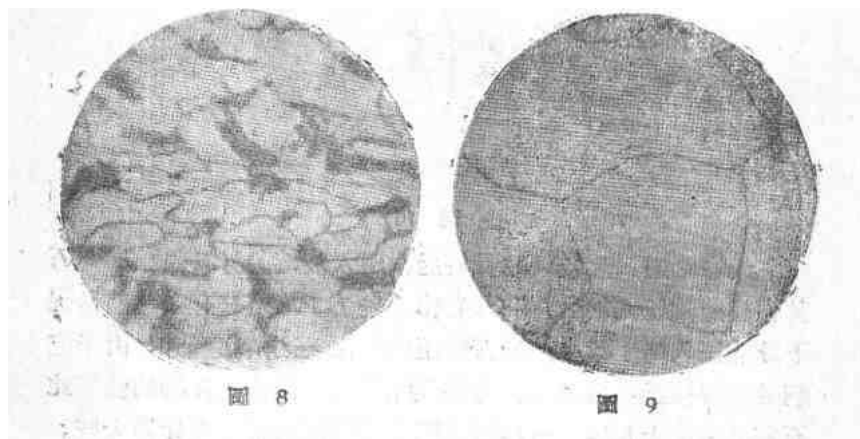
上面已經明確了各种筑路机械零件磨損的工作情况大多是相似的。

現在应研究机械在工作过程中零件磨損的原理。石英砂顆粒（柳別尔雀的）放大的形狀如圖7。圖8表示CT-3号低炭鋼的結構，圖9則表示



圖 7

加德菲力德鋼奧氏體的結構(1~1.4%碳和10~14%錳)。應該注意低碳鋼的結構是由純鐵體和珠光體所組成的，而珠光體則是由純鐵體與滲碳體(Fe_3C)的交替層組成的。顆粒的平均大小達0.02~0.05公厘。



如果按照布氏硬度的方法來確定鋼的硬度時，在鋼球^①周圍的變形體積中將有數百個鋼的顆粒，而硬度的指數將表示純鐵體的軟顆粒和珠光體較硬的顆粒之間的某些平均硬度。砂或石的顆粒在壓力下沿挖掘機的掘齒或平地機鏟刀上滑動時，將對軟質的純鐵體和較硬的珠光體予以不同的破壞。

為了明了破壞的原理，可轉向微硬度的研究。微硬度是以金剛石的棱體壓入碳化物或基礎金屬顆粒中(圖10)所得到的印痕面積來除載荷所得出的商數來表示的。表1中引入由各種試驗所確定的各種建築材料和各種結構組成的鋼的微硬度。

① 指硬度計上用以壓出凹形的鋼球——譯者。



圖 10

大家知道，比較硬的材料能夠壓入較軟的材料內。因此石英顆粒能夠壓入純鐵體和珠光體（表 1）以及只有在某些情況下才能壓入馬丁體中。當石英壓向碳化鐵或碳化錳時，由於它們的硬度接近，兩種材料都將互相破壞。因為碳化物的強度比石英的強度大幾倍，所以石英顆粒被破壞的程度要比較大些。

所以為了判斷鋼的耐磨性，重要的不是它的布氏硬度，而是它組成結構的微硬度。

表 1 能替我們解決關於製造某種筑路機械工作機構的碳素鋼適用性程度的問題，並可以為它們來選擇特殊的鋼材。

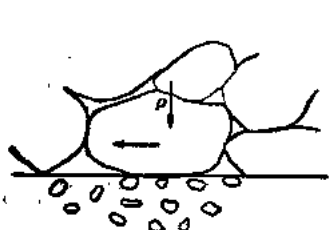


圖 11

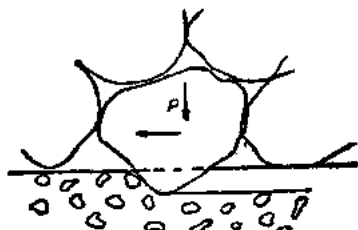


圖 12