

# 农田基本建设机械 译文集

门永范 译



机械工业出版社

# 农田基本建设机械译文集

门永范译



机械工业出版社

本译文集收集了农田基本建设机械方面的新结构、理论计算、激光自动控制等方面的文章，附录中还介绍了一篇免耕法的文章，以广开思路。本译文集可供农田基本建设方面的科技人员参考。

## 农田基本建设机械译文集

门永范译

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub>·印张 8<sup>3</sup>/<sub>16</sub>·字数 185千字  
1980年3月北京第一版·1980年3月北京第一次印刷  
印数 0,001—3,300·定价 0.70元

\*

统一书号：15033·4729

## 前 言

收在本书中的译文绝大部分取材于近期的日文、俄文、英文的期刊和书籍。内容是关于农田基本建设机械新结构、理论计算、激光自动控制等方面的文章。本书可供有关科研、教学和工厂的同志们参考。为了便于深入研究，凡是原文有参考文献的，本书均将参考文献附于正文的后面；对原文不必要的内容则予删去，以减少篇幅；而对原文中的错漏之处，则尽可能地加以更正。

在整理过程中，本书译文曾请于连臣、黄志明、鲍继文等同志校对，此外沈阳农学院张松明同志对本书也提供不少修改意见，在此表示最衷心的感谢。尽管如此，由于译者水平所限，书中不足甚至错误之处仍在所难免，恳希广大读者批评指正。

译 者

一九七八年十一月于沈阳

# 目 录

## 一、机具与原理

1. 气体润滑壁面的试验自动平地机……………1
2. 气体润滑壁面的开沟机……………4
3. 主动液压气动冻土松土机……………8
4. UDS-110 a 全回转液压挖土机 ……11
5. 液压驱动双盘旋转开沟机  $\Theta$ TP-171A 和  $\Theta$ TP-172 ……15
6. 犁铧-转子式开沟机 MK-17 ……21
7. 改善铲运机的卸土性能 ……24
8. 综合式平地机 ……25
9. 利用土的塌落加工成形沟用的破土轮 ……28
10. 小型凿岩机和碎石机现状……………32
11. MP-10 清沟机 ……47
12. 在沼泽地开排水渠用的新型铣刀……………52
13. 清沟机工作部件……………54
14. 在松软地面上运行的车辆的现状和将来……………57
15. 日立泥上作业机的特点和性能……………63
16. 世界上最大的推土机“小松”D-455M ……70
17. 爆破推土机……………72

## 二、理论计算

18. 铧式开沟机应用气体润滑的效率的理论评价……………81

19. 采用气体润滑壁面的推土机的前景 ..... 91
20. 连续作用式挖土开沟机的能耗与生产率 ..... 97
21. 螺旋-转子式开沟机工作部件的功率和  
    生产率的计算方法 ..... 105
22. 窄沟铤的计算方法 ..... 111
23. 铤式开窄沟机工作部件参数计算 ..... 120
24. 排水沟挖掘机最佳参数的选择 ..... 124
25. 强制卸荷的无斗转子工作部件研究 ..... 128
26. 无斗转子从工作面运出土壤的阻力 ..... 133
27. 提高铤式开沟机工作效率的方法 ..... 137
28. 挖泥船加工泥土时铤刀转速的确定 ..... 141
29. 根据计算结果确定推土机的作业原则 ..... 146
30. 旋转式抛土器能量消耗的确定 ..... 167
31. 机械式强化铲壁作业性能的研究 ..... 172
32. 双刀推土铲破土 ..... 178
33. 不旋转的推土铲铲壁倾斜角的最佳值 ..... 185
34. 推土-平埂机切土的侧向分力和  
    水平分力之间的关系 ..... 190
35. 最新凿岩机的各参数和凿孔效率 ..... 194
36. 水力松土是改善挖泥船作业的一个方法 ..... 205
37. 建筑机械在松软地面的通过性问题 ..... 211

### 三、激光自动控制

38. 激光在修筑暗沟时的应用 ..... 216
39. 应用激光瞄准器敷设管路 ..... 220
40. 测量挖沟深度的仪器 ..... 223
41. 激光自动操纵排水管敷设机 ..... 226

42. 激光控制的土方机具 .....227
43. 激光控制的推土机 .....234
44. 激光自动控制深度系统的模拟 .....241

#### 四、附 录

45. 美国弗吉尼亚州免耕制度的发展 .....254

# 一、机具与原理

## 1. 气体润滑壁面的试验自动平地机

哈尔科夫汽车-道路研究所和奥勒尔道路机器研究所设计、制造和试验了气体润滑壁面的试验自动平地机。该机与批量生产的ДЗ-31-1型平地机(Д-557)的区别,在于前者有两个发动机驱动的压气机以及在壁面上供给、分配压缩空气的装置。

装在发动机后面的压气机将空气压出,经过接收箱和空气导管进入装在牵引梁上的活门式分配器。两个柔性胶管将分配器和铲下部的箱体连接起来。

这种铲壁与批量生产的铲壁区别,在于这铲壁的下部用强焊缝焊着一个刚性的箱,箱被隔板分成两个相等的室,室内装有导入压缩空气的管接头(见图1)。在铲壁上略高于铲刀上边缘线的地方,钻一排小孔,孔被靠近铲刀的挡成板遮住。导风板是由1.5毫米厚的钢板制成的。

压缩空气从室里经过孔进入铲壁和导风板间的缝隙,这缝隙使压缩空气形成薄而宽的气流,沿着壁

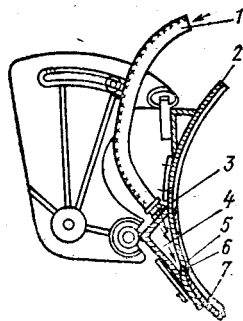


图1 向工作表面供  
压缩气体的铲壁

- 1—气管 2—铲壁 3—管  
接头 4—气室 5—导风  
板 6—孔 7—刀



面切线向上。分配器根据铲壁横向倾斜角度来调节进入室内的压缩空气容积。

压气机的驱动机构中有一锥形齿轮变速箱（传动比为1.83:1）。齿轮的齿为锥形圆弧齿，保证当轴高速旋转时齿轮正常啮合。扭矩从发动机曲轴的前端经离合器传到轴上，轴以花键和圆盘摩擦离合器连接，并经止推轴承接合圆盘摩擦离合器带动变速箱和压气机。

### 压气机技术规格

型号	РУТ (由ЯАЗ-204 发动机带动)
轴转速 (转/分)	2930
生产率 (米 <sup>3</sup> /分)	8
空气过剩压力 (公斤/厘米 <sup>2</sup> )	达 1
机组辅助设备总重量 (公斤)	250
辅助设备成本 (卢布)	750

在用 СТИЛ 流动试验车进行自动平地机应变试验时，对挖土力、铲壁室内的空气压力、工作部件升降油缸内液体压力、土屑的厚度和宽度、挖土行程和时间进行了测量。当铲子幅角为 30°、45°、60°、75° 时，以 45° 的切削角进行试验。每次试验重复不少于 2 次，并且每次都对铲子入土深度不变情况下供给压缩空气、不供压缩空气以及供给压缩空气并发挥全部牵引力等状况进行试验。测量区段的长度为 10、15、25 米。土壤为黑壤土，密度为 1.85 吨/米<sup>3</sup>，外摩擦角和内摩擦角分别为 37° 和 39°，湿度为 18~20%，按冲击硬度计 ДорНИИ 的冲击数为 6~12。

实验确定，在进行比较的铲子的幅角和切下的土屑面积大致相同的条件下，气体润滑降低挖土阻力的情况是：幅角

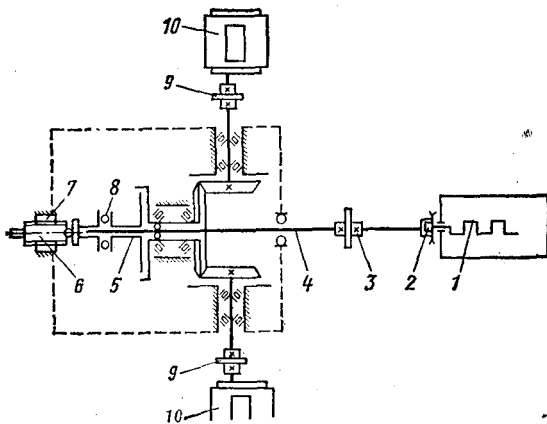


图 2 压气机驱动装置传动图

1—发动机 2—离合器 3、9—联轴器 4—轴 5—圆盘摩  
擦离合器 6—螺栓 7—螺帽 8—止推轴承 10—压气机

为  $75^\circ$  时降低 11%，幅角为  $60^\circ$  时降低 21%，幅角为  $30^\circ$  时降低 23%，同时切土速度增加了 14~24%。当牵引力和打滑系数几乎相等时，向壁面供给气体保证土屑断裂面积增加，幅角为  $75^\circ$  时增加 34%，幅角为  $45^\circ$  时增加 20%。

实验确定，挖土阻力的垂直分力是从工作面向上的。向铲壁供给气体时，铲壁升降油缸活塞内液体压力减少 35~68%，因为铲壁入土所需的力减少了。

按苏联国家标准 ГOCT-11030-64 规定进行了田间试验，确定了自动平地机在一档作业时切排水渠的生产率。试验过程中对水渠的宽度、两侧土埂的尺寸、挖土路程和时间进行测量。铲壁的角度为：切削角  $45^\circ$ ，幅角  $55^\circ$ ，横向倾斜角为  $10^\circ$ 。试验是在平坦地面上，在最大供油量条件下进行的。自动平地机一边运动一边使铲壁逐渐入土。当机器完全

打滑时停止试验。各个系列试验获得下述平均数据：

指 标	不供压缩空气	供压缩空气
水渠断面积(米 <sup>2</sup> )	0.105	0.132
水渠深度(米)	0.26	0.295
土埂断面积(米 <sup>2</sup> )	0.485	0.610
平均挖土速度(千米/小时)	2.24	2.62

从表可见，向壁表面供给压缩空气使切下的土屑面积增加了26%，切削深度增加了13%，土埂的断面积增加26%。而挖土速度实际上不变。向壁面供压缩空气与不供压缩空气挖土的能量消耗差不多相等。

技术和经济核算表明，采用气体润滑壁面可以使机器的金属耗量降低15~18%，而当量比能消耗降低17%。在一定的条件下，年经济效益为每台机器大约为2500卢布。

根据试验自动平地机试验结果已经确定出，一米长的平地铲需要空气消耗量为4~5米<sup>3</sup>/分，空气压力为0.28~0.9公斤/厘米<sup>2</sup>，并且找出了采用气体润滑铲壁提高铲壁效率的方法。这种方法之一就是使空气通过的缝隙在壁面的高度上更为精确地配置；而另外一种方法是保证铲壁以最大的长度切土。

现在奥勒尔道路机器厂和哈尔科夫汽车-道路研究所正在制造新的气体润滑的铲壁。

译自《Строительные и дорожные машины》1977年4期

## 2. 气体润滑壁面的开沟机

铤式开沟机壁面和土壤发生的摩擦力对于这种开沟机所需的牵引力有很大影响。气体润滑壁面，也就是向壁面供

压缩空气，可以消除工作部件和土壤之间的直接接触，降低摩擦力，因此也就减少挖土阻力。

这种强化铍式开沟机工作过程的方法比其他方法有许多优点：（1）保证降低土和金属及土和土的摩擦力，也减少在潮湿和过潮湿土地上加工土壤时壁面粘土；（2）容易在传统结构的铍式开沟机上实行，只是在拖拉机上装配压气装置，在工作部件的背面设置集气管；（3）可靠性好；（4）发动机的一部分功率可以不经传动装置传给工作部件，而功率输出的大小根据功率潜力的情况调节；（5）可以综合利用拖拉机的发动机的排气作为工质等。

下面介绍气体润滑开沟机合理参数的研究结果。

评价气体润滑效果的理论模型，是以对这类开沟机挖土的垂直、水平分力的关系式进行分析的基础上形成的。

这些试验使我们能够确定出在不同的土壤种类、挖土规范下气体润滑降低摩擦系数的程度。例如，压缩空气的压力为  $1.5 \sim 2$  公斤/厘米<sup>2</sup>，在加工沙土和沙壤土时摩擦系数降低  $65 \sim 70\%$ ，而在加工壤土和粘土时，摩擦系数降低  $75 \sim 95\%$ 。

按降低挖土阻力的分力而言，新系统的效率用一个系数值表示：

$$k_s = 1 - \frac{F_{x_s}}{F}$$

式中  $F_{x_s}$ ——在气体润滑滑动表面的条件下，考虑摩擦系数相应的降低，开沟机挖土阻力的分力。

图 1 所示是传统结构的铍式开沟机带气体润滑时挖土的水平分力变化曲线，这些曲线是根据挖土深度从理论上计算出来的〔1〕。可以看出，应用气体润滑使挖土阻力的水平分力平均减少  $20 \sim 45\%$ 。这使我们能采用牵引力平均减少

38~50%的拖拉机，或者使开沟速度提高48%。

为了实验验证所得的结果在物理模拟试验台上进行了试验，模拟分几个阶段并采用MK-19开沟机的1:10的物理模型。开沟机的模型装在应变台车上，挖土的阻力借助示波器KI2-22和放大器ТОПАЗ-1通过应变来确定；为向模型的壁表面供给压缩空气，试验台装备有两台O-16A压气机。在试验过程中挖土深度 $h$ 从4到7厘米变化，保持土壤的强度为按冲击硬度计ДорНИИ冲击值 $C_x = 4 \sim 5$ 不变，湿度为5~7%，挖土速度为0.1米/秒。挖土进行既有向模型壁表面供给压缩空气（在不同压力下）的，也有不供给压缩空气的。

供压缩空气通过两种方案实现。第一种方案压缩空气从集气管经过壁表面的孔进入刀和滑动表面之间的间隙中，然后气流沿着滑动表面的切线和切下的土堡一起向上运动（图2，a）。第二种方案是将压缩空气通过两边铲壁相交处的孔供入（如图2，б）。

试验表明，按（图2，a）的方式应用气体润滑，当压力为 $p = 2$ 公斤/厘米<sup>2</sup>时降低切削阻力25~30%，计算数据和实验数据的偏差在允许范围内。但是，按（图2，б）的方式应用气体润滑时，效果不显著；压缩空气在这种场合进行强烈的松土，经过土堡促进了气体的滤清，然而既不能保证

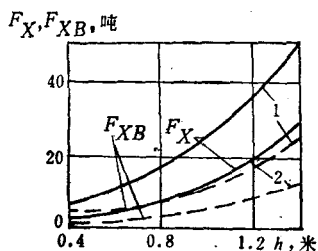


图1 传统结构的开沟机挖土阻力的水平分力 $F_x$ 和带气体润滑的开沟机挖土阻力水平分力 $F_x$ 与深度 $h$ 的关系，加工I~I级强度的土壤  
1—壤土 2—沙壤土

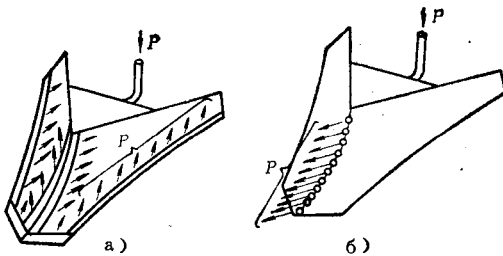


图2 压缩空气向壁面的供给方式

a) 沿滑动面切线和切下土堡运动方向供给 b) 沿壁法线  
对着切下土堡运动方向供给

土堡与模型壁面分离，也不能把粘上的土清理下来。进行的试验证明了，在壁面的上边缘没有起灰尘；开沟的质量是满意的。

正在打算使带气体润滑的开沟机的主机配备压气装置产生的空气压力为  $P \geq 2$  公斤/厘米<sup>2</sup>。当每1米<sup>2</sup>的壁面积消耗5~6米<sup>3</sup>的空气时，挖土阻力会降低最多。

研究的结果可以作出结论：制造气体润滑壁表面的开沟机是合理的。

### 参 考 文 献

[1] Балловнев В. И., Петроченко В. В. Тенденции развития и оценка новых конструктивных решений строительных и дорожных машин. Обзор. М., ЦНИИТЭстроймаш, 1973.

[2] Балловнев В. И., Хмара Л. А. и др. Применение сжатого газа на рабочих органах землеройных машин. — «Строительные и дорожные машины», 1975, №4, с. 29.

译自《Строительные и дорожные машины》1977年3期

### 3. 主动液压气动冻土松土机

在冬季作业条件下，用挖土机挖冻土由于挖斗上的挖削力不足而受到限制。现在的冻土施工机器的缺点是破冻土的比能量消耗大，磨损严重、工作部件损坏多。

目前工业生产的悬挂（静力）松土机可以一年四季加工山地土层，松土生产率达  $100\sim 150\text{米}^3/\text{小时}$ ，其成本约比用炸药爆破低一倍。在寻求更有效的加工冻土的机具和方法的过程中发现，对大块冻土进行静力-冲击法是最有前途的方法之一。然而用机械、气动冲击方法并对这一方法加以试验，没有得到预期的效果，这是因为这些机构比能量潜力低，可靠性不够。

因此研制了液压气动冲击装置，它保证机器尺寸小但积聚大量的能量。这些装置已用在许多自走式机器中，其中包括用于 СДР-800 松土机上〔1〕。静力-冲击松土机的能量参数表示为，当冲击频率  $300\text{次}/\text{分时}$ ，一次冲击的能量  $350\text{公斤}\cdot\text{米}$ ；或者冲击频率  $120\text{次}/\text{分时}$ ，一次冲击的能量  $800\text{公斤}\cdot\text{米}$ ，而冲击功率大约为  $16\text{千瓦}$ 。

БАТ-М 铺轨机，当速度为  $5.4\text{公里}/\text{小时}$ 时，牵引力为  $16\text{吨}$ ，倘若用它来牵引，这些指标可以大大提高，它传给冲击部件的功率可达  $66\text{千瓦}$ ，这比现在松土机的冲击装置的功率大二倍多。这样大的主机能量潜力可能大大提高静力-冲击式冻土松土机的生产率。

为了实现这种可能性，基辅综合技术研究所和基辅建筑道路机器厂研究、制造和试验了装于目前静力式松土机上的冲击附加装置。

冲击附加装置(图1)装有冲击部件,部件包括上下液压气动冲击器,它们由主机的液压系统驱动。两个液压气动冲击器的撞头重量相等,以相同的速度反向运动,达到不影响主机。装置的松土齿固定在悬挂平行四连杆上,使它能入土深达1米。作用在松土齿上的冲击负荷,引起齿的振动,使它的切削角在 $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之间变化,而后角在 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 之间变化。

在1975年~1976年冬天,在基辅建筑与道路机械厂实验地对配大功率履带拖拉机的液压气动主动松土机的样机进行了试验表演。松土的对象是沙壤土(破坏阻力,冲击硬度计ДорНИИ冲击值 $C = 57\sim 70$ ,温度为 $-1\sim -2^{\circ}\text{C}$ )和粘土( $C = 69\sim 110$ ,温度 $-3\sim -4^{\circ}\text{C}$ );冻土深度0.8~1米。松冻土时,主机运动速度为3.6~5.4公里/小时,冲击频率150次/分,每次冲击能量为500~800公斤·米。

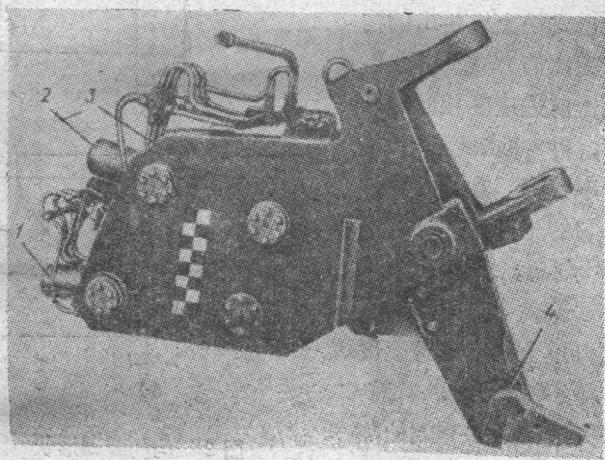


图1 大功率主动冻土松土机的冲击附加装置

1和2—下和上液压气力冲击器 3—机体 4—齿



为了说明静-冲击式冻土松土机的松土效率,测量了两种松土机的  $b_1$ 、 $b_2$ 、 $h_1$  和  $h_2$  等参数,然后算出沟的横截面积  $S = S_1 + S_2$  (图 2)。在这两种场合,沟的长度均取为 1 千米。为了获得可靠的数据,测量次数按数理统计方法确定〔2〕,每个参数测量 7000 次。测量结果和计算的沟断面积的算术平均值列于下表。

松冻土的方法 (图 2)	$b_1$ (米)	$b_2$ (米)	$h_1$ (米)	$h_2$ (米)	$S$ (米 <sup>2</sup> )
静力式	0.476	0.114	0.134	0.098	0.0507
静-冲击式	0.786	0.134	0.283	0.167	0.1894

在主动液压气动松土机试验过程中发现有许多大土块,这是由于冲击负荷作用产生的;这也决定了冲击式松土机松出的沟断面积比静力式大。同样,在机器前进速度相同的条件下,静-冲击式松土机生产率更高。在试验条件下,它的生产率为 380~400米<sup>3</sup>/小时。

试验表明,主动的液压气力松土机在前进速度达 5.4 公里/小时,以静-冲击方法保证了有效的加工冻土。通过采用冲击质量反向运动和冲击气体缓

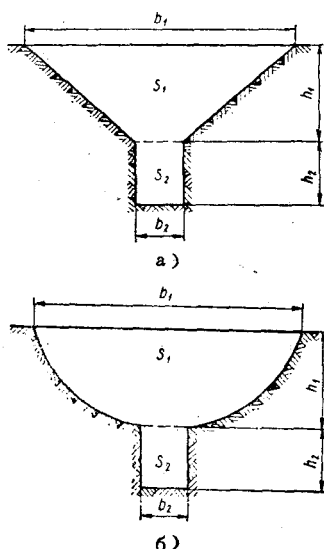


图 2 沟的断面形状  
a) 静力式松土机 b) 静力-冲击式松土机