

气动冲击设备 及其设计

张国忠 编著

机械工业出版社

气动冲击设备及其设计

张国忠 编著



机械工业出版社

(京)新登字054号

本书系统地介绍了凿岩机、潜孔冲击器、碎石冲击器以及冲击式手工工具等气动冲击设备的结构、工作原理、设计理论基础、常规设计与现代设计方法以及它们的材质、制造工艺、性能测试技术等。本书内容丰富、实用,编写力求深入浅出,公式、数据、图表齐全。

本书可作为研究人员、工程技术人员的参考书,也可作为大专院校工程机械与矿山机械专业选修课教材以及教学参考书。

气动冲击设备及其设计

张国忠 编著

责任编辑:盛君豪 责任校对:刘思碚 刘秀芝

封面设计:肖 晴 版式设计:张世琴

责任印制:卢子祥

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许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $20^{1/4}$ ·字数496千字

1991年10月北京第一版·1991年10月北京第一次印刷

印数 0,001—1,550·定价:17.80元

ISBN 7-111-01473-1/TB·68

前 言

凿岩机、潜孔冲击器、碎石冲击器以及气动手工具统称为气动冲击设备。

现代工业生产中,利用冲击原理作功的设备应用极为广泛。这是由于“冲击”能以较简单的方法实现,又能在很短的时间内产生很大的力。

气动冲击设备在矿山、机械、建筑、交通、市政工程、水力、冶金以及国防施工等部门中,担负着采矿、钻孔、破碎、夯实、铆接、清理铸件、开凿沟渠与堑壕等工作。应用气动冲击设备,不仅可以大幅度提高劳动生产率、改善施工质量,使繁重的手工劳动实现机械化作业,而且能保证安全作业,为企业和社会带来明显的经济效益和社会效益。

近年来,气动冲击设备在品种、数量、规格和机器功率上又有了新的发展。作者总结了自己从事气动冲击设备科研与教学工作的经验,并吸收了国内外科技工作者的研究成果,编写了这本对学校教学与厂矿工程技术人员皆有裨益的技术参考书。

书中主要介绍气动凿岩机、潜孔冲击器、碎石冲击器以及气动冲击式手工具的用途、性能、结构和工作原理。重点讲述气动冲击设备的参数计算、常规设计和相关的基础理论知识以及冲击设备的性能测试方法。并用适当的篇幅介绍了气动冲击设备的计算机模拟与优化设计,给出了研究气动冲击设备的新方法。书中给出的一些数据和插图可供设计时选用。有关章节后面,还附有计算程序,供学习时参考。

本书由东北工学院张国忠同志编写,其中第十二章由东北工学院朱仕文同志执笔。靖德权教授对本书初稿进行了审阅和指导;戚靖洋讲师在本书编写工作中做了大量工作。

在本书编写过程中,得到中国科学技术情报研究所、机械电子部机械科技情报所、天水风动工具研究所、长沙矿山研究院、阜新煤矿学院、沈阳风动工具厂、天水燎原风动工具厂、上海闸北机械工具厂、南京工程机械厂、加兴冶金机械厂、宣化风动机械厂、通化风动工具厂、中国凿岩机械风动工具公司、东北工学院破碎研究室等单位的大力协助,在此表示深切的谢意。书中还参考和引用了一些中外专家的资料,在这里一并致谢。

由于作者水平所限,书中错误与不妥之处一定很多,请广大读者批评指正。

编 者

1989年12月于东北工学院

目 录

第一篇 气动冲击设备

第一章 冲击设备的发展、分类及主要技术性能指标	1
第一节 冲击设备发展简史	1
第二节 气动冲击设备的分类与应用	4
第三节 冲击类设备主要技术性能指标与有关国际、国内标准	5
第四节 重要气动冲击设备名称与定义	7
一、手持式冲击设备	7
二、支承式冲击设备	8
第二章 气动凿岩机	10
第一节 气动凿岩机的分类、主要用途及结构组成	10
第二节 7655型气腿式凿岩机	12
一、冲击配气机构	12
二、转钎机构	13
三、排粉机构	15
四、进气与气腿操纵机构	16
五、凿岩机及气腿的润滑装置	18
第三节 YG80型导轨式凿岩机	19
一、冲击配气机构	19
二、双向转钎机构	20
三、凿岩机的供水系统	22
四、凿岩机故障处理	22
第四节 YGZ90型独立回转式凿岩机	23
一、YGZ90型凿岩机的用途及结构特点	24
二、冲击配气机构的工作原理	24
三、独立回转式转钎机构	28
第五节 凿岩机用钎具	29
一、钎头结构及特点分析	30
二、钎杆	32
三、接杆套	34
四、钎杆连接方式	35
第六节 国外气动凿岩机的发展动向	36
第七节 凿岩机配气机构的综合分析	38
一、被动阀式配气机构	38
二、主动阀式配气机构	39
三、无阀式配气机构	40
第三章 潜孔冲击器	42
第一节 潜孔冲击器的基本构造与分类	42
第二节 潜孔冲击器的工作原理及结构分析	45
一、中心排气与旁侧排气潜孔冲击器	45
二、串联活塞潜孔冲击器	47
三、无阀型潜孔冲击器	48
四、高气压型潜孔冲击器	49
第三节 潜孔冲击器典型零、部件结构分析	50
一、活塞	50
二、配气阀	53
三、缸体结构	54
四、钻头的连接与吊挂装置	55
五、潜孔冲击器的减振装置	57
六、潜孔冲击器的停打强吹机构	58
第四节 国外有阀型潜孔冲击机构	58
一、典型有阀配气装置	58
二、几种有阀型潜孔冲击器的动作原理	60
第五节 国外无阀型潜孔冲击机构	60
一、中心杆式无阀配气装置	60
二、活塞杆式无阀配气装置	61
三、活塞与缸体联合配气装置	61
四、几种无阀型潜孔冲击器的动作原理	61
第六节 潜孔冲击器用钻头	64
一、刃片型钻头	64
二、柱齿型钻头	65
三、柱片混装型钻头	65
四、分体钻头	66
五、国外潜孔冲击器用钻头图例	66
第四章 气动碎石冲击器	69
第一节 气动碎石冲击器主要用途	

及其发展现状	69
第二节 气动碎石冲击器的结构特点	72
第三节 几种典型碎石冲击器	75
一、FC-300型混合阀式碎石冲击器	75
二、GP-80型惯性阀式碎石冲击器	77
三、日本B.B系列主动阀式碎石冲击器	79
第四节 气动碎石机碎石能力	79
第五章 气动冲击式手工工具	82

第一节 气动冲击式手工工具的分类	
用途及产品技术性能	82
第二节 G10型气镐	85
第三节 D9型捣固机	89
第四节 MQ6A型气动铆钉机	92
第五节 气刮铲	94
第六节 XCD3型针状除锈器	95

第二篇 设计基础理论

第六章 相关工程热力学与流体力

学理论	97
第一节 热力学基本概念	97
一、理想气体	97
二、热力系	97
三、热力学参数	97
第二节 气体状态方程式与热力过程	102
一、理想气体状态方程式	102
二、典型热力过程	102
三、准静态过程	105
第三节 气体的流动与热力方程	106
一、热力系能量平衡方程	106
二、气室内气体压力和温度方程	107
三、稳定流动方程与流量方程	108
第四节 气动冲击系统热效率方程式	113
一、气动机具热效率	113
二、压气机热效率	114
三、管道系统热效率	116
第五节 流量计算	116
一、管道流量计算	116
二、流体经薄壁小孔自由出流的流量计算	117
三、流体经细长小孔的流量计算	117
四、流体经平面缝隙的流量计算	117
五、流体经环状缝隙的流量计算	117
六、当形成缝隙的一个表面有移动时的流量计算	117
七、流体经圆环平面缝隙的流量计算	117
第六节 向固定容器充气与放气的问题	118

一、充气引起的温度变化	118
二、充气时间	118
三、排气引起的温度变化	119
四、排气时间	119
第七节 流体运动损失	120
一、流体的两种运动状态——层流和紊流	120
二、流体运动阻力的两种类型	122
三、管道中沿程损失的计算	122
四、管道中的局部阻力损失	124
五、管道总阻力损失	128

第七章 古典碰撞理论与撞击系统

应力波理论	129
第一节 古典碰撞理论	129
一、碰撞力的度量	129
二、对固定面的碰撞	129
三、两物体的对心正碰撞	130
四、碰撞过程的动能损失	132
第二节 弹性应变能与应变理论	134
一、弹性应变能理论	134
二、弹性应变理论	137
第三节 撞击系统的应力波作用理论	137
一、应力波作用理论的提出	137
二、应力波的传播	139
三、波动方程、波速和应力强度	140
四、金属杆中的应力波	142
五、撞击凿入系统受力的分段计算法	150
六、撞击凿入系统受力的电算法	157

第三篇 气动冲击设备设计理论与性能测试

第八章 气动冲击设备的动态特性

与气缸配气理论

第一节 凿岩机凿岩速度特性曲线	165
一、工作气压对凿速的影响	165

二、推力对凿速的影响	166
三、凿岩机气缸细长比对凿速的影响	167
四、凿速与钻孔直径的关系	168
五、凿孔深度对凿速的影响	168
六、岩石强度对凿速的影响	170
第二节 凿岩机的性能曲线	171
一、冲击能量特性曲线	171
二、冲击频率特性曲线	172
三、活塞的冲击末速度特性曲线	172
四、扭转力矩特性曲线	172
五、耗气量特性曲线	173
第三节 冲击设备配气理论	174
一、冲击设备的配气过程	174
二、冲击设备配气过程的示功分析	176
第九章 气动冲击设备性能参数计算	181
第一节 线性方程法	181
第二节 简化模型法	184
第三节 总系数法	186
第四节 无阀结构的分段算法	189
第五节 有阀结构的分段算法	193
第六节 列表算法	196
第七节 用气垫换算法计算性能参数	198
第八节 性能参数计算图	201
第十章 气动冲击设备的设计	207
第一节 冲击设备基本参数的选定	207
一、冲击设备的工作参数	207
二、冲击设备的设计参数	212
三、冲击设备的结构参数	213
第二节 冲击设备配气尺寸的设计	215
一、配气面积的设计	215
二、配气长度的设计	216
三、配合间隙的设计	219
四、典型冲击设备的结构要素	220
第三节 机构与部件设计	223
一、棘轮棘爪与螺旋棒转钎机构	223
二、气动马达驱动的独立转钎机构	224
三、活塞设计	229
四、消声装置及其计算	232
第四节 钻头设计	236
一、钻头结构参数	236
二、钻头性能参数	237
三、柱齿钻头齿数的确定及其合理布置	237
四、刀具的嵌装计算	238

第五节 冲击设备机体的振动分析	240
一、力学模型	240
二、机体运动微分方程及其解	242
三、对理论计算与实验结果的讨论	244
第十一章 气动冲击设备的模拟与优化设计	245
第一节 冲击设备计算机模拟设计	245
一、计算机模拟设计的基本方法	245
二、用龙格—库塔法求解模拟方程	249
三、用求解代数方程方法求解模拟方程	250
四、示功曲线计算机模拟	253
第二节 常规设计方法中的优化设计	257
一、数学模型的讨论	257
二、单目标函数的优化设计	258
三、多目标函数的优化设计	266
第三节 冲击设备的自激振动解及其优化设计	271
一、作为分段线性问题的研究	271
二、作为分段非线性自激振动问题的研究	273
第十二章 冲击设备零件的寿命、材质及制造工艺	283
第一节 冲击设备及其主要零件的使用寿命	283
一、冲击设备及其零件寿命的涵义	283
二、气动冲击设备主要零件的摩擦性磨损	283
三、其它常见的早期损坏形式	287
第二节 提高零件使用寿命的途径	289
一、合理的结构设计是保证零件寿命的先决条件	289
二、机械加工是保证零件寿命的可靠性的关键环节	290
三、热处理是提高零件使用寿命的保证	290
四、钎具对冲击设备零件寿命的影响	293
五、良好的润滑对冲击类设备使用可靠性具有特殊重要的意义	293
六、合理选择零件的原材料	294
第三节 典型零件的制造工艺	297
一、缸体类零件	297
二、活塞类零件	298
三、钻头	299

第十三章 气动冲击设备性能测试 305

第一节 单项性能测试方法 306

一、冲击能 306

二、冲击频率 311

三、空气耗用量 311

四、钎尾转数 311

五、扭矩 312

六、机器噪声测量 312

七、振动参数的测量 312

第二节 性能参数的综合测试法 312

一、ZHS型凿岩机性能数字显示仪 313

二、液压凿岩机性能的综合测试 313

三、自动测试系统 315

第一篇 气动冲击设备

第一章 冲击设备的发展、分类及 主要技术性能指标

第一节 冲击设备发展简史

利用冲击做功的方法，可以追溯到遥远的古代。那时，人类的祖先以石斧劈柴，用削尖的木棍和弓箭捕杀动物以及在岩石上钻孔等都是利用了冲击原理。当然，那些最原始的冲击动作只是一次性冲击或是人力所及的连续动作罢了。时至今日，那些由原始冲击工具发展而成的锤、凿、冲、斧、镐等冲击工具，仍是现代人类得心应手的工具。

我国古代劳动人民发明创造的绳钻钻凿水井的方法就是一种很典型的利用冲击原理做功的事例。到了战国时代，人们根据冲击原理发明了弩机和抛石机。在火药发明之后，我国相继出现的火箭、火炮、突火枪等武器，也都是利用火药引爆产生的反冲作用力发射的。在生活与劳动中，利用冲击做功的事例则更是多得难以用笔墨叙述了。

然而，使冲击动作真正成为连续动作，是在蒸汽机发明之后。

1813年，英国人理查德·特里维锡科首先发明了以蒸汽为动力的冲击式凿岩机。随后，在1844年，英国人布隆顿发明了一种以压缩空气为动力的凿岩机。但都因有许多问题和缺点而不能实用。而世界上第一个取得凿岩机发明专利权的是在1855年由费昂泰尼莫鲁研制的气动凿岩机。以后不久，意大利工程师巴特里特和杰曼·萨梅特又对以往的凿岩机进行了改进，于1857年8月15日宣布实验研究成功。同年8月，在连接法国和意大利两国边境间的Mont Cenis隧道正式使用他们研究的以压缩空气为动力的一体式（或称抛射体式）凿岩机。所以许多国外著名人士都将1857年作为第一个气动凿岩机诞生年。

但是，在上述凿岩机中，活塞（锤体）与钎杆是连成一体，在凿岩钻孔过程中钎杆在炮孔中来回运动要耗费较多的动力，并随着孔深的增加要不断的增加钎杆的长度和重量，从而限制了凿岩机冲击频率的提高，并由此限制了凿岩速度的提高。

1849年到1866年期间出现了许多实验性凿岩机。1868年，查理士·布莱建立了世界上第一个凿岩机的制造公司。1890年C·H·绍屋等人发展了锤式凿岩机，并在同年由登维尔凿岩机制造公司生产了第一批这种活塞与钎杆分开的锤式凿岩机。

具有现代凿岩机特色的锤式冲击设备出现在1896年。由美国人乔治·莱纳制造的凿岩机，其冲击频率已经达到30Hz，并具有棘轮棘爪螺旋棒转钎机构和湿式排粉装置，其结构与现代广泛应用的凿岩机没有很大差异。因此，人们称乔治·莱纳的凿岩机是凿岩机发展史上的一次重大突破。

这种锤式凿岩机到第一次世界大战爆发时，已在世界各国得到推广使用，战后完全取代了一体式凿岩机。

1938年德国人制成了气腿和碳化钨钎头，这对凿岩机的发展有很大影响。有了可伸缩的气腿可给钎头施加推力，可承托凿岩机的机体重量，从而大幅度减少工人的体力消耗；有了碳化钨钎头，使钎头的修磨次数大为减少，使一次修磨后的钻孔深度从0.6~0.9m提高到9~12m。碳化钨钎头的应用，还为深孔接杆凿岩开辟了道路。由于上述原因，气腿和碳化钨钎头出现后立即得到了推广，到50年代已经普遍使用。

气腿的应用和冲击凿岩刀具的完善，对凿岩机等气动冲击设备的能量和效率提出了新的要求。人们分析具有棘轮棘爪回转机构的凿岩机（称内回转式凿岩机），发现其冲击能量与转钎力矩二者间成比例增减，无法在实际操作中单值增减某一凿岩参数，导致凿岩机的性能与实际工况不相适应。于是，在60年代初期，发展了回转与冲击机构分开的独立回转式凿岩机。这是气动凿岩机发展史上又一次突破。这种凿岩机也有人称为外回转式凿岩机。其冲击能量和转钎力矩两个凿岩参数可以分别调节，实现多工况组合，以适应不同性质岩石的要求，使凿岩机在最佳凿岩参数下工作。

在研究独立回转式凿岩机的同时，人们还注意到了深孔接杆凿岩在钎杆中散失的冲击能量较大，提出了将凿岩机送入孔底（即凿岩机紧随钎头潜入孔底直接凿岩）的设想。这种设想，首先由美国英格索尔-兰德公司实现，并在1932年获得专利权。但由于受当时各种条件的限制，直到40年代末期，才开始在露天矿井中试用。真正与现代潜孔冲击器（当时称为潜孔凿岩机）的结构相近的，则是1951年比利时工程师安德烈·斯坦纽伊科设计制造的潜孔冲击器。潜孔冲击器不仅能够充分利用设备的冲击能量，而且可使噪声级大为降低，改善作业环境，减轻工人繁重的体力劳动。由于其露天钻孔效率比钢绳冲击式钻机高2~3倍，一时被公认为是钻凿坚硬矿石的经济而有效的钻孔设备。潜孔设备在应用过程中不断完善，由露天矿的大孔径推广至井下矿山的小孔径；使用的压缩空气压力，在国外由最初的0.5~0.6MPa，60年代的0.7~0.88MPa，70年代初期的1.4~1.75MPa，增加到70年代末期的2.1~2.46MPa。

在潜孔冲击器推广应用的过程中，美国休斯公司于1951年开始首先研制柱齿型钻头，这是凿岩用钻头的一项重大革新。到60年代末期，国外露天矿大孔径钻孔，已普遍使用了这种新型钻头。同应用较久的嵌焊合金片的钻头比较，这种钻头具有制造工艺简单、使用磨修次数少、需要回转扭矩小以及寿命长等优点。70年代中期，这种柱齿型钻头又在井下小直径钻孔中推广应用，最小钻头直径为38mm。

随着潜孔冲击器的发展，一种称为碎石冲击器的高冲击能量的冲击器出现了。最初，这种冲击器用于拆毁钢筋混凝土结构和清理基岩等筑路和建筑工程中。后来，由于出现了冲击能量高达2~3kJ的碎石冲击器，而被用到矿山中破碎大块矿石（俗称二次破碎）。到70年代中期，国外已经大批量生产和使用了气动碎石冲击器。仅以日本为例，具有代表性的就有六个系列、34个品种。

用于实现手工操作机械化的气动工具，在国外发展非常迅速。在工厂的装配车间里各种用途的气动手工具，如气钻、气铰、气动除锈器、顶把、气铲、气动铆钉机……应有尽有。美国加德纳-丹佛公司有75个系列1505种产品；瑞典阿特拉斯-柯普科公司有25个系列517种产品；日本的一个仅有180人的“不二空机”也有300多个品种。使用气动手工具，可以使繁重的手工操作实现机械化，从而减轻劳动强度，改善作业环境，大幅度提高劳动生产率及作业质量，以至完成某些本来不易完成的工作。

必须指出的是，在气动冲击设备的发展过程中，人们不只限于产品的更新换代上，同时

也将注意力集中到“能源介质”的更新上。1876年德国人冯·布兰特研制了世界第一台水力凿岩机；1920年英国人多尔曼制成了一台液压凿岩机；1962年英国人改进了以往的机械式液压凿岩机，研制成功了一台全液压凿岩机。这些机种虽然没有得到推广，但为后人积累了大量的试验数据。真正具有实用价值的液压凿岩机是法国蒙塔贝特公司在1970年制成的。其后，瑞典、美国、芬兰、联邦德国、苏联、日本和波兰等国家也开始了液压冲击式凿岩机的研究工作，有些产品已在市场上出售。进入80年代，液压冲击设备有了新的发展。据统计，国外已有17家公司制造了48个型号的冲击式液压凿岩机，约5000多台投入了生产使用；18家公司生产了44个型号的液动碎石冲击器。可以预计，随着制造工艺的不断完善，以及各种液压设备的推广使用，冲击式液压凿岩设备将有更快的发展。

以电代替压缩空气而出现的电动凿岩机和以燃油为动力的内燃凿岩机也有几十年的发展历史了。这两种凿岩机投入生产使用虽然比较晚些，但在许多国家都相继有了产品问世，并在无压缩空气的地方或距离电源较远的地方，具有很大的优越性。

解放前，我国不能制造气动凿岩设备，就是凿岩机上所用的钎杆、碳化钨钎头等配件都要从外国进口。解放后，这种落后的局面得到了彻底的改变。1954年我国生产了第一批矿用气动凿岩机。60年代中期，我国从仿制进入了能制造有我国特色的气动凿岩机的阶段。其中包括手持式、气腿式、导轨式凿岩机及煤矿用气镐。其产量每年都以万台计。

矿用潜孔冲击器从60年代初开始仿制国外产品，到70年代设计生产了具有我国特色的J系列、C系列以及无阀型潜孔冲击器。近年来我国又研制成功了冲击能量高达3000 J的气动碎石冲击器，高气压型潜孔冲击器也已仿制成功。

气动冲击式手工具在我国也有很大的发展。主要产品有气动捣固机、气动铆钉机、气镐、冲击式顶把和气动除锈器。1980年开始，在气动手工具行业中推行积木式设计，加快了我国气动手工具的发展步伐。

为适应气动冲击设备发展的要求，我国已建成了一些专门从事气动设备制造的工厂和研究院所，并有了一批从事气动设备研究的专门人材，使我国自行设计与制造的某些气动冲击设备已接近或达到国际先进水平。主要生产与研究气动冲击设备的厂家有沈阳风动工具厂、燎源风动工具厂、宣化风动机械厂、加兴冶金机械厂和天水风动工具研究所等。

我国生产的电动凿岩机已有十多个品种，其结构型式也多种多样。主要生产厂有宜春风动工具厂、成都电动工具厂等。对于没有压缩空气设备而仅有电能的地方应用这类设备是十分方便的。

内燃凿岩机适用于流动性作业、交通不便和没有电源及压缩空气设备的地方。其中结构比较可靠、技术性能比较稳定的有YN30A、YN25型和东风-23型等内燃凿岩机。

我国从60年代后期开始研制液压冲击设备。到目前为止，冶金、机械、煤炭等部门已经试制了十多种型号液压凿岩机。其中有YYG-80型、TTYG-20型、YYGJ-145型导轨式液压凿岩机和YYT-30型气腿式液压凿岩机等。冲击能量较大的液压碎石冲击器（SYD-2000型）也于1985年通过了技术鉴定。

随着冲击设备的研制与发展，冲击设备性能参数的测试方法也在逐步完善。从原来单一的机械测试方法发展到电测与光测，从单项测试发展到综合测试和数码自动显示。近年来，又将测试系统与计算机网络连接起来，实现了采样自动分析，加快了冲击设备的设计与研制工作。

用电子计算机设计气动冲击设备,以及对冲击设备撞击系统受力状态的研究都取得了很大成效。可以预期,我国设计与制造的冲击设备将会在国民经济各领域中发挥更重要的作用。

第二节 气动冲击设备的分类与应用

由于气动冲击设备种类繁多,很难用一种典型的方法对它进行分类。表1-1所示为气动冲击设备的综合分类法。这种分类法能将目前应用的冲击设备尽量多的收集于表中。

冲击类设备按整体结构可分为冲击式、冲击回转式和旋转冲击式三类。冲击式是指这种设备只有单一的冲击动作,靠这种冲击动作就能完成预定的工作,如煤矿中用气镐落煤、机械工厂中用铆钉枪铆接等;冲击回转式是指这种设备除有冲击动作外,还必须有围绕着冲击方向的间断旋转动作才能完成特定的工作任务,如矿山钻孔用的凿岩机等;旋转冲击式是指这种设备有冲击动作,又有绕冲击方向的连续旋转动作。如矿山用的潜孔冲击器、建筑部门用的冲击式电钻等。

冲击类设备按配气特点分为有阀式与无阀式两种。所谓有阀式,是指这种冲击设备有单独存在的分配压缩空气的配气装置与配气阀;所谓无阀式,是指没有单独的配气装置与配气阀,这类设备的冲击机构本身就是一个大的分配压缩空气的装置。现代的气动冲击设备多采用有阀式,但对高压的冲击设备来说,有向无阀式发展的趋势。这是因为,无阀式能够经济地使用高压气体的能量,并且可用较小的结构输送较大的能量。

表1-1 气动冲击设备的综合分类法

气动冲击设备	按整体结构分	- 冲击式 - 冲击回转式 - 旋转冲击式
	按配气特点分	- 有阀式 - 无阀式
	按冲击频率分	- 高频类 - 低频类
	按操纵方式分	- 手持式 - 机动式
	按设备用途分	- 钻孔用 - 破碎用 - 装配用 - 夯实用 - 锻造用

冲击设备按其冲击的频率来分,可分为低频类和高频类两种。一般指冲击频率在40 Hz以下者为低频类,冲击频率超过40 Hz者为高频类。随着高压的冲击设备的出现,冲击频率将会更高,有的人将冲击频率高于70 Hz者称为超高频类。

冲击设备按其操作方式来分,大体上可分为手持式与机动式两类。所谓手持式,是指冲击设备的重量轻、冲击能量小、设备无较大的冲击振动、可以用人力操纵进行生产作业的,如气镐、铆钉枪、手持式凿岩机等等;所谓机动式,是指设备的重量大、冲击能量高、工作时较大的冲击振动,必须有专门的机械或机构来承担冲击设备的重量和振动的,如用潜孔

钻机维持潜孔冲击器的正常运转、用凿岩钻车来完成导轨式凿岩机的正常运转等等。

冲击设备按其用途可分为很多类,表1-1所列的只是常用的几种。在矿山及建筑部门钻爆破孔,装配孔,修饰孔使用钻孔用气动冲击设备;在矿山破碎大块矿石,在建筑企业挖掘基坑、挖掘冻土,在交通部门拆毁混凝土及其他路面、拆除石墙等工作需用破碎用气动冲击设备;在金属结构车间打击铆钉,在机械工厂代替油压机进行过盈装配,在装配车间铲除机械零件的毛刺等需用装配用气动冲击工具;路基的夯实、混凝土基础的捣固则需使用夯实用气动冲击设备,等等。

第三节 冲击类设备主要技术性能 指标与有关国际、国内标准

多年来,我国一直采用公制单位表征冲击设备的技术性能特征。国际上,采用公制单位的国家也很多,如苏联、日本和东欧等国家。但是,也有很多的国家采用的是英制单位,如美、英和加拿大等国家。即便采用了公制单位,基本计量单位也不尽相用。计量单位的混乱对国家之间的技术交流和我国国内实施标准化、通用化和系列化都带来很大的困难。对此,我国先后颁布了有关气动冲击设备制造、实验、验收、产品系列、材质、噪声以及气动工具名词术语等国家和机械工业部标准,在发展气动冲击设备以及在工业生产中实施“三化”方面起到了积极作用^①。随着我国国际交往的增多,贯彻与实施国际标准(ISO)是我国气动设备行业必须尽早解决的问题。

国际标准化组织先后颁布了压缩机、气动工具和气动机械——词汇(ISO3857/I-1977、ISO3857/II-1979);压缩机、气动工具和气动机械——优先压力(ISO5941-1979);回转式和冲击式气动工具——性能试验(ISO2787-1984)等国际标准。本书在适当考虑国内现行标准的情况下,将贯彻国际标准规定的计量单位,采用国际标准规定的名词术语。为便于读者阅读,在必要的地方附以国际、国内标准对照表。

冲击设备主要技术性能指标有:

1. 压力 P

压缩气体的压力 P 是气动冲击设备工作的一项重要指标。在ISO3857和ISO2787等标准中,有以下一些定义和规定:

大气压力 在研究现场测出的大气绝对压力;

表压力 以大气压力为基准测出的压力;

绝对压力 以绝对真空为基准的压力,其值等于大气压力和表压力的代数和;

静压力 流体流速对测量过程不产生影响的情况下测出的流体压力;

动压力 如果气体或空气匀速流动,其流速动能全部地、毫无损失地,也即等熵地转变成压力所产生的压力增量;

总压力 静压力和动压力之和。它标志着流体的动能毫无损失地转换成压力这样一种流体状态。在静止状态的流体中,静压力与总压力在数值上是相等的;

设计压力 气动设备工作时在进口处压缩空气的压力(表压);

验收压力 气动设备验收时在进口处所加的压缩空气压力(表压)。

^① 指标准化、通用化、系列化。

按照国际标准规定，验收压力和工作压力应取同一量值。

我国法定的压力单位是Pa，国外也有用bar（巴）作压力单位的。它们同我国使用较久的压力单位kgf/cm²的换算关系是：

$$1 \text{ bar} = 1.02 \text{ kgf/cm}^2$$

$$1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

在国际标准ISO5941中规定的气动工具和气动机械优先设计压力(表压)，见表1-2。

表1-2 气动工具和气动机械优先设计压力(表压)

优 先 设 计 压 力			典 型 应 用 场 合 举 例
bar	kgf/cm ²	Pa	
4	4.08	4×10^5	煤矿用凿岩机及其它设备； 汽车修理用气钻或小型工厂中用油漆喷枪
6.3	6.42	6.3×10^5	通用凿岩机械； 道路施工及建筑用设备； 各种用途气动马达； 机加工车间、钣金行业、造船厂用工程工具等； 批量生产使用的油漆喷枪
10	10.2	10×10^5	批量生产用喷砂设备； 潜孔冲击器
16	16.31	16×10^5	重型潜孔冲击器
25	25.48	25×10^5	以后准备采用的压力 ^①

① 已在美国高压潜孔冲击器上使用。

2. 冲击能 e

在规定条件下，活塞或锤体向前冲击达到工作位置时所具有的能量，称为冲击能；或定义为由冲击设备活塞单次冲击所传递的能量。

所谓规定条件，近几年来也有不少变化。最早的规定条件包括：岩石硬度、压缩空气的压力、大气压力、环境温度、相对湿度、负荷情况等。并用测功仪直接测量。近期，国际标准（ISO2787-1984）确认了用测钎杆中的应变波的方法来测定活塞冲击能，并且规定钎杆前端的吸能装置其反射能量不能超过入射能量的20%。

冲击能的量度单位是J。

3. 冲击频率 f

单位时间内，活塞或锤体冲击钎具的次数，称为冲击频率。

冲击频率可以用任何一种能清楚地表示与设备的冲击频率有关的信号进行测量。如作业工具的运动频率或其应力脉冲频率，在工具进气口附近压缩空气管路中的压力起伏，或工作活塞的运动或阀的运动情况。这些不同的脉冲可以用带计时器的合适传感器和记录器记录下来。记下某一段时间内的脉冲信号数就可以计算出冲击频率。

同时，由于冲击频率随冲击设备应用场合不同而有所变化，测定时应在工作条件下进行。

冲击频率的单位是Hz。

4. 冲击速度 v

冲击设备中, 活塞或锤头冲击钎具时所具有的速度, 称为冲击速度。

限于材料的疲劳强度与接触硬度, 冲击速度一般限定在10m/s以内。

5. 输出功率 P

冲击设备的输出功率 P 可以按下式由冲击频率 f 与每次冲击的冲击能量 e 相乘计算出来:

$$P = 10^{-3}ef \text{ (kW)}$$

6. 耗气量 Q_v

在规定条件下, 气动冲击设备在单位时间内所消耗的在标准状态下的自由空气的体积量, 称为耗气量。

所谓自由空气就是指现场大气条件下的空气。

耗气量的单位是 m^3/s 。

7. 缸径 (活塞直径) D

缸体内径 (活塞外径) 的公称尺寸称为缸径 (或活塞直径)。

8. 活塞 (锤体) 行程 S

活塞 (锤体) 行程又称冲程长度, 是指活塞 (锤体) 的结构行程。

9. 活塞 (锤体) 质量 m

活塞 (锤体) 质量也是反应冲击设备性能的一项主要指标。其质量大小直接影响到设备的冲击能和冲击频率。

活塞 (锤体) 质量的单位采用 kg 。

10. 冲击设备质量 m

11. 设备推进力 F

轴向施加在设备上的力称为推进力。其量度单位是 N 。

第四节 重要气动冲击设备名称与定义

气动设备品种十分繁多^①, 名称很杂, 甚至同名而所指不同。对此, 国际标准 (ISO/DIS 5931-1978) 对冲击式和回转式气动机械的分类、名称与定义作了规定, 以求统一。

这里, 根据国际标准将冲击式气动机械所包含的重要品种作一介绍, 以便读者能较全面地了解各种冲击设备的用途与基本定义。

从总体上, 气动冲击设备可分为两大类: 可以携带到工作地点, 而且使用时可手拿的手持式气动设备和用机械的、固定的或移动的装置安装成整体的支承式 (机动式) 气动设备。

按设备的转动方式, 冲击式气动设备又分为活塞每次冲击转动工具一个角度的内回转冲击式气动设备和用独立的气动马达转动工具的独立回转冲击式气动设备两种。

一、手持式冲击设备

1. 铲凿密缝锤

用于铲凿、密缝、修整或清理铸件、焊接件等的冲击式机械。

^① 国际标准中气动设备的全称是气动机械和气动工具。

2. 除锈器或除锈锤

用于清除铁锈、鳞皮、油漆等的冲击式机械。

3. 针状除锈器

装有淬硬钢针束以清除锈或鳞皮的冲击式机械。

4. 凿毛锤

对石块、花岗岩等表面进行加工的冲击式机械。

5. 石锤

以雕刻目的，用来雕刻或加工大理石或其它天然的坚硬材料的冲击式机械。

6. 捣固机

通过活塞接长杆上的捣头来捣实铸造模型中的型砂的冲击式机械

7. 夯实机

用于夯实沟槽中泥土的冲击式机械。

8. 铺路机

平整铺路石块用的冲击式机械。

9. 枕木捣固机

采儿专用辅助捣固工具捣固铁轨枕木下石碴的冲击式机械。

10. 混凝土破碎机

用于破碎混凝土、岩石、砖砌建筑物等的冲击式机械。

11. 打桩机

用于打钢桩或木桩的冲击式机械。

12. 铲（锹）

用来挖泥土、亚粘土或泥炭的冲击式机械。

13. 镐

用于少量破碎或轻型采矿作业的冲击式机械。

14. 铆钉机

铆合铆钉用的冲击式机械。

15. 铆钉切断机

带有簪子，用于切除铆钉头的铆钉机。

16. 锤型顶把

用锤顶住铆钉头，从另一端进行铆接的冲击式机械。

17. 凿岩机

在岩石、混凝土等的上面凿孔的冲击式机械。

18. 气腿式凿岩机

装在能产生穿透或凿孔时所需要的推力的伸缩支腿上的凿岩机。

二、支承式冲击设备

1. 打桩机

用于打板桩的冲击式机械。

2. 支架式凿岩机

具有旋转夹套，用于在岩石上凿孔，配用适当支持重型结构支架的冲击式机械。

3. 导轨式凿岩机

凿岩机滑动地装在导轨上，导轨可以装在轮胎式钻车、履带式钻车、液压钻臂等上面的冲击式机械。

4. 潜孔冲击器（锤）

位于钻杆端部，在钻孔时全部潜入孔内的冲击锤。旋转靠独立马达实现，马达转动装有冲击器的钻杆。

5. 岩石破碎机

装在牵引车上用来破碎岩石、混凝土等的重型冲击式机械。