12 000 N·m 煤矿用钻机试验台的研制

陆惠明，钱超美，蒋 明，胡海峰
（浙江杭钻机械制造股份有限公司，浙江 杭州 310020）

摘 要：为满足目前我国煤矿大转矩钻机的检测水平，研制了12 000 N·m大转矩煤矿用钻机试验台，介绍了该试验台的结构及其功能原理，根据钻机技术参数，确定钻机试验台测试参数，并通过确定试验台增速器和变速器的传动比以及试验台变速器的基本参数，设计了钻机试验台的负载加载装置和力测试架。经过对百余台各种类型的钻机进行现场检测，运行结果表明，该大转矩钻机试验台可满足滑履式钻机和履带式钻机各种参数的检测要求。

关键词：煤矿；钻机；试验台；检测；负载加载装置；力测试架
中图分类号：TD41 **文献标志码：**A **文章编号：**0253－2336（2012）03－0099－03

Research and Development on 12 000 N·m Test Rig of Mine Drilling Machine

LU Hui-ming，QIAN Chao-mei，JIANG Ming，HU Hai-feng
（*Zhejiang Hangzhou Drilling Machinery Manufacturing Corporation Ltd.*，*Hangzhou* 310020，*China*）

Abstract: In order to meet the inspection level of the large torque drilling machine in China coal mine，a testing rig of mine drilling machine with a high torque of 12 000 N·m was researched and developed. The paper introduced the structure and function principle of the testing rig. According to the technical parameters of the drilling machine，the test and measuring parameters of the drilling machine testing rig were determined. With the driving ratio of the speed accumulator and the gearbox in the test ring and the basic parameters of the gearbox in the test rig set up，the loading device and the force measuring frame of the test rig was designed. With the site inspections conducted on over 100 different drilling machines，the results showed that the large test rig could meet the inspection requirements of different parameters for the slide type drilling machine and the crawler drilling machines.

Key words: coal mine; drilling machine; test rig; inspection; loading device; force measuring and test rig

目前，我国煤矿现有的钻机试验台只能检测最大转矩3 500 N·m的钻机，已不能满足日益发展的煤矿钻孔施工工艺的要求。为满足大转矩钻机检测的检测性、准确性，依据MT/T 790—2006的检测要求，研制了大转矩钻机试验台，可以检测钻机的转矩、转速、功率、效率、给进力、起拔力、锚固力等技术参数，满足3 100～12 000 N·m的钻机测试要求，也为研发新型钻机、提高钻机质量提供必要的、可靠的试验数据。

1 被测钻机参数及钻机试验台的构成

ZDY系列煤矿用全液压坑道钻机（转矩大于3 100 N·m）的主要技术参数见表1。

表1 ZDY系列煤矿用全液压坑道钻机的主要技术参数

钻机型号	T_d/（N·m）	V_d/（r·min^{-1}）	动力头功率/kW	最大给进力/kN	最大起拔力/kN
ZDY3200	900～3 200	70～200	18.8～23.5	90	120
ZDY4100	880～4 100	65～250	23.0～27.9	150	150
ZDY6000	1 700～6 000	60～180	32.0～37.7	190	190
ZDY8000	2 150～8 100	45～150	33.8～38.2	230	230
ZDY10000	2 800～10 000	41～135	39.5～42.9	230	230

注：T_d为动力头转矩；V_d为动力头转速。

钻机试验台能满足滑履式和履带式全液压钻机的测试。通过回转液压升降台，实现不同类型钻机的测试要求。12 000 N·m钻机试验台总体结构如图1所示。从图1可以看出钻机试验台主要由5部

收稿日期：2011－11－20；责任编辑：赵 瑞
作者简介：陆惠明（1959—），男，浙江绍兴人，工程师。Tel：13588316879，E－mail：lhmhz@qq.com
网络出版时间：2012－03－12 04：35：00；网络出版地址：http://www.cnki.net/kcms/detail/11.2402.TD.20120312.1635.201203.99_025.html
引用格式：陆惠明，钱超美，蒋 明，等. 12 000 N·m煤矿用钻机试验台的研制[J]. 煤炭科学技术，2012，40（3）：99－101.

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

分组成：①钻机平台，该平台为 T 型槽平板，用于固定滑履式钻机；②可转式液压升降台，在该平台上固定负载加载装置，用于测试钻机在回转时的功率、转矩、转速及效率；③力测试架，用于固定履带式钻机以及用于测试各钻机的给进力、起拔力、锚固力；④微机综合测试系统（控制台），可对所测的各种性能参数进行自动采集、分析、显示、存储、报表输出和曲线拟合，是整个测试系统的终端输出部分和核心部分；控制台还包括液压升降台控制系统，用于负载加载装置平台的升降，以便于调整钻机的回转中心与负载加载装置的回转中心基本重合；⑤冷却系统，由于测功机在工作时会产生大量的热，为了使其能正常工作必须对其进行循环冷却，水箱即为循环冷却池。

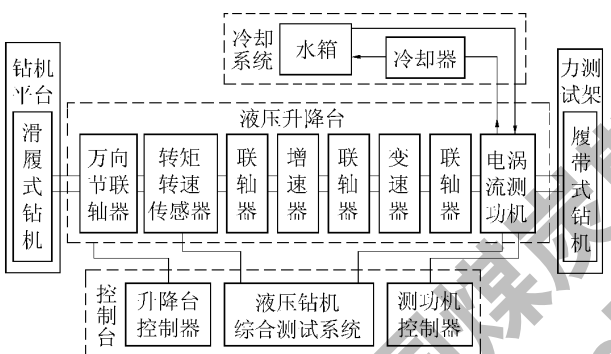
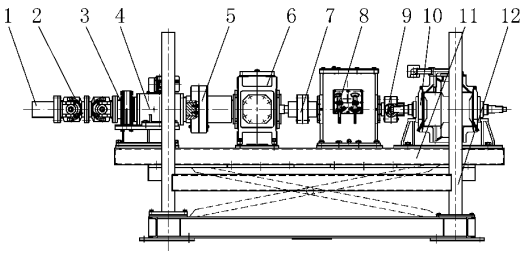


图 1　12 000 N·m 钻机试验台总体结构

由表 1 可知：被测钻机最大输出功率 42.9 kW，最小输出功率 18.8 kW；被测钻机输出转速 250 r/min，最小转速 41 r/min。当被测钻机输出功率为 42.9 kW 时，钻机输出的转速 41 r/min，转矩 10 000 N·m。根据文献［1］的规定，钻机过载试验时，被测钻机输出转矩应达到额定值的 115%，所以钻机试验台的测试参数必须满足转矩 11 500 N·m 的测试要求，由此可以初定钻机试验台的测试范围。

2　钻机试验台的负载加载装置设计

负载加载装置是联接原动机（被测钻机）和功率吸收器（测功机）之间的动力传动装置，其结构如图 2 所示。试验实践表明，电涡流测功机与水力测功机、电力测功机相比具有结构简单、精度高、稳定性好、载荷调节方便、低速扭矩大、工作可靠等特点。所以电涡流测功机是各种中小功率动力装置自动化试验台的首选能量吸收装置。



1—连接套；2—联轴器；3—支承座；4—转矩转速传感器；5—联轴器；6—增速器；7—联轴器；8—变速器；9—联轴器；10—电涡流测功机；11—液压升降平台；12—升降平台固定座

图 2　钻机试验台负载加载装置结构

1）确定试验台增速器和变速器的传动比。由于被测钻机的工作特性与电涡流测功机的工作特性不能有效吻合，必须由负载加载装置进行适当的调整才能匹配，所以负载加载装置是钻机试验台设计的关键所在。从图 3 所示的特性曲线可以看出，电涡流测功机在低转速下能够吸收的功率比较小，转速在 1 000 r/min 以上时能吸收 50% 以上的最大功率，转速在 2 000 r/min 以上时能吸收最大功率。因此当动力传动装置的转速较低时，可以采用切实可行的增速和变速措施。为此，在被测钻机和测功机之间设置了传动比为 8 的增速器和 3.52、1.96、1.10 三档变速传动比的变速器。采用增速器和变速器后 CW150 测功机在各种转速下吸收的功率见表 2，其输出转速、转矩都落入图 3 所示的 0*ABCD* 区域中，能满足实际测试、检测的要求。

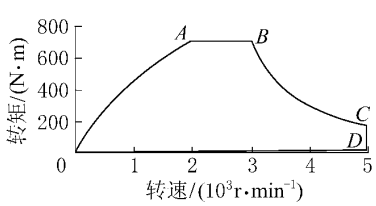


图 3　CW150 型电涡流测功器额定工作特性曲线

表 2　CW150 电涡流测功机各种转速下吸收的功率

V_z/(r·min^{-1})	P_z/kW	E	测功机转速/(r·min^{-1})	T_c/(N·m)	P_c/kW
30～90	50.3	3.52	1 408～2 534	237～426	35～113
91～160	50.3	1.96	1 427～2 509	237～425	35～112
161～350	50.3	1.10	1 417～3 080	193～426	29～137
30～90	18.8	3.52	1 408～2 534	64～114	9～30
91～160	18.8	1.96	1 427～2 509	64～114	10～30
161～350	18.8	1.10	1 417～3 080	52～114	8～37

注：V_z 为钻机转速；P_z 为钻机功率；E 为变速器速比；T_c 为测功机转矩；P_c 为测功机吸收功率；增速器速比均为 8。

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

2）确定试验台变速器的基本参数。在同一变速组内，当各对齿轮的模数相同时，则各对齿轮副的齿数和必相等，即可得

$$Z_j/Z'_j = i_j \quad (1)$$

$$Z_j + Z'_j = S_z \quad (2)$$

式中：Z_j、Z'_j 分别为任一齿轮副的主动与被动齿轮的齿数；i_j 为任一齿轮副的传动比；S_z 为各齿轮副的齿数和。

由式（1）、式（2）求得 $Z_j = i_j S_z/(1 + i_j)$；$Z'_j = S_z/(1 + i_j)$。为使变速组的齿数和最小，应使最小齿数 Z_{min} 大于或等于 17 个（避免齿轮根切）。经计算校核，取 $Z_{min} = Z_2 = 19$ 个，$S_z = 86$ 个。具体各档转速的齿轮参数见表 3。

表 3　钻机试验台变速器齿轮参数

档位	主动齿轮齿数	被动齿轮齿数	齿轮齿数和	齿轮模数	传动比
低速档	$Z_1 = 60$	$Z_2 = 19$	86	4	3.52
高速档	$Z_3 = 45$	$Z_4 = 41$	86	4	1.10
中速档	$Z_5 = 57$	$Z_6 = 29$	86	4	1.96

钻机试验台变速器采用平行轴结构布置，滑移齿轮布置在输入轴中，固定齿轮布置在输出轴上。由于高速档的齿轮副大小基本接近，输入轴与输出轴的受力也基本接近，所以高速档的齿轮副置于中间；利用拨叉滑块机构，拨动滑移齿轮移动进行换档；为保证各档位互不干涉采用互锁板机构。图 4 为钻机试验台变速器结构传动。

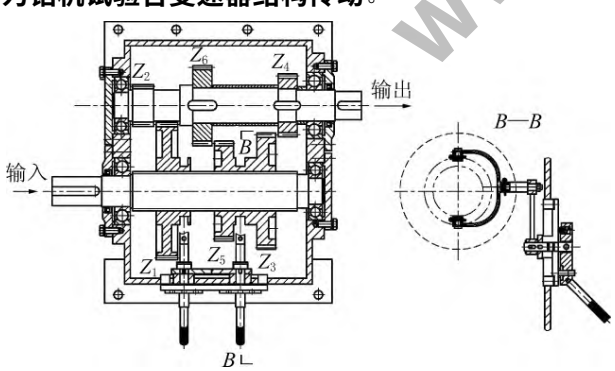


图 4　钻机试验台变速器结构传动

3　钻机试验台的力测试架设计

力测试架是用于测试各钻机的给进力、起拔力、锚固力的辅助桁架，此桁架是模拟煤矿井下钻场固定钻机的方式而设计的。力测试架的设计思想是利用空间桁架的抵抗力来抵消钻机的固定力和顶力（即给进力或起拔力），达到力测试的目的。空间桁架的截面面积是通过结构力学计算得到。

图 5 为钻机在力测试架中测试给进力的示意。钻机给进力测试原理是：①将履带式钻机或滑履式钻机拉入力测试架内；②用液压支柱将钻机固定在力测试架中；③将钻杆穿过钻机动力头卡盘；④在钻杆的一端安装力传感器并顶住力测试架上的横梁；⑤钻机开机后用卡盘把钻杆夹紧；⑥钻机给进加压，显示给进力数值。同理，测试起拔力、锚固力的方法与测试给进力的方法相似。

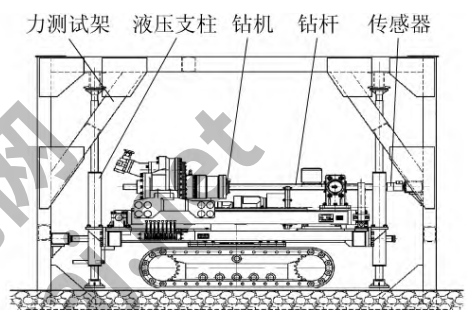


图 5　钻机在力测试架中测试给进力的示意

4　结　　语

12 000 N·m 钻机试验台建成 1 年多以来，对百余台各种类型的钻机进行检测，运行结果表明其操作简便，检测数据可靠，控制台工作界面直观，具有数据输出功能，可远距离调控等特点。钻机试验台的建成，满足了滑履式钻机和履带式钻机各种参数的检测要求，特别是大转矩钻机的检测。

参考文献：

[1] MT/T 790—2006，煤矿坑道勘探钻机 [S].

[2] 成大先. 机械设计手册 [M]. 5 版. 北京：化学工业出版社，2008.

[3] 冯德强. 钻机设计 [M]. 武汉：中国地质大学出版社，1993.

[4] 《金属切削机床设计》编写组. 金属切削机床设计 [M]. 上海：上海科学技术出版社，1979.

[5] 刘凤琴，范国强. 煤矿坑道钻机性能检测试验台 [J]. 煤田地质与勘探，2003，31（5）：59－61.

[6] 苏　发，贾颖斌. 钻机试验台的研制 [J]. 煤矿机械，2002，23（9）：29－30.

[7] 代粉蕾. 15000N·m 钻机试验台测试系统设计与应用 [J]. 煤田地质与勘探，2008，36（4）：74－77.

[8] 杨敬源，宋玉杰，韩道权. 电涡流测功机及其作为能量吸收装置的应用 [J]. 机械工程师，2008（4）：84－85.

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net