柴油机6DM缸盖线OP130铜套压装工艺

广东省技师学院　（惠州　516100）　孙伟城

摘要：针对柴油机厂6DM缸盖线OP130铜套压装生产工艺进行研究，对产品存在的问题进行试验测试和理论分析，并利用软件进行有效的数据分析，确认主要原因并制定对策，通过改进压头、检测工具的结构，消除挤压变形量。同时提高了产品合格率及生产效率。

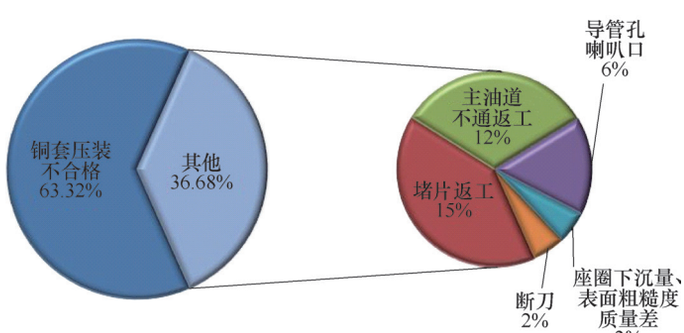
1. 缸盖线返工问题及压装质量缺陷统计分析

某柴油机厂重机部6DM缸盖线自2013年生产以来，返工缸盖共计1 873件，返工率高达9.45%，远高于目标要求的5%，加工件质量问题严重影响了生产线的生产组织及生产效率。按照各类返工原因进行统计对比，发现铜套压装不合格的问题最为突出，如图1所示。因此，提高6DM缸盖线OP130铜套压装的合格率是关键，即要提高1003016-81D和1003016-M80-0000两种型号铜套（见图2、图3）的合格率。

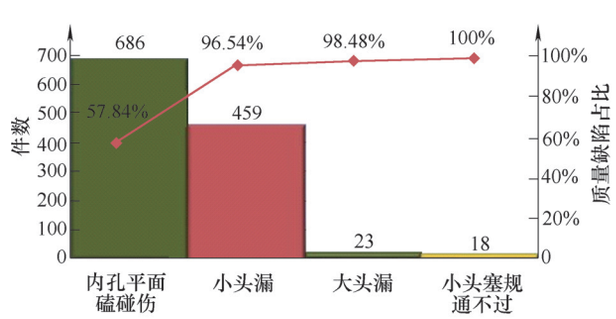
2. 铜套压装工艺分析

（1）工艺过程。柴油机6DM缸盖线OP130铜套压装3D结构如图4所示，其中压头结构是压装工艺中最为关键的零部件，其结构和尺寸精度是保证压装精度的关键。铜套压装工艺流程可划分为6个工序：①OP130操作者预装铜套。②检查铜套清洁度。③人工将挤压杆放入喷油器铜套小头孔内。④机床一次自动压装6件喷油器铜套，并挤压铜套小头孔至工艺要求的尺寸。⑤人工用深度塞规按照每10件检测1件的检验频次检测铜套小头孔径及压装深度。⑥OP150J气缸盖气密试漏试验。

（2）检验过程。铜套压装完



（a）6DM缸盖线返工问题分类及占比



（b）OP130压装质量缺陷分类及占比

图1　6DM缸盖线返工及OP130压装质量缺陷分类统计

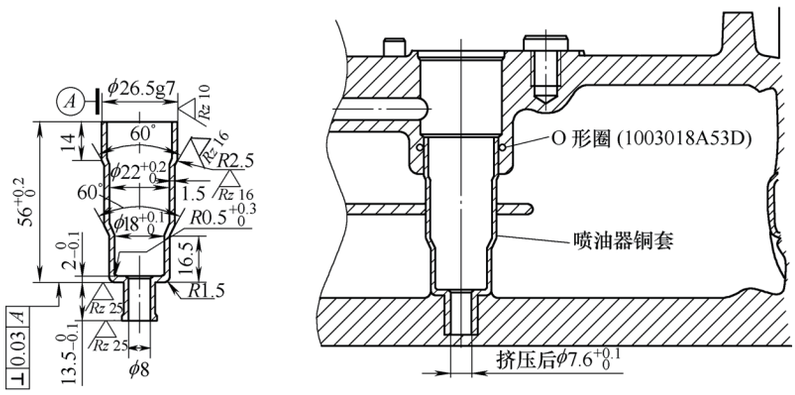


图2　1003016-81D铜套

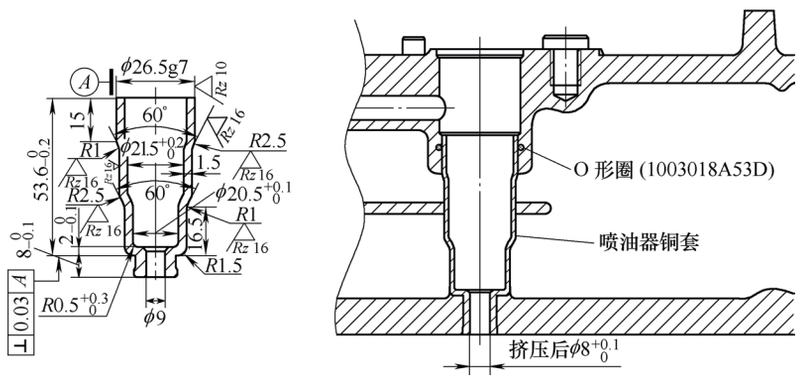


图3　1003016-M80-0000铜套

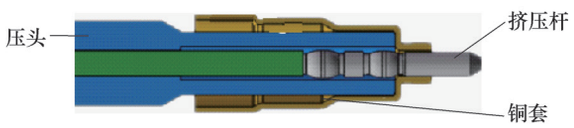


图4　铜套压装3D结构

成后，还要进行缸盖所有表面与水道相通的堵片压装，封堵完成后，进行缸盖气密试验，如图5所示，然后才能交付使用。

（3）验收标准。机加工铜套压装后检验的验收标准为：①铜套小头平面φ15mm圆内不允许有任何磕碰伤。②气缸盖气密试验泄漏率≤10cc/min，如图5所示。

图5　验收测试

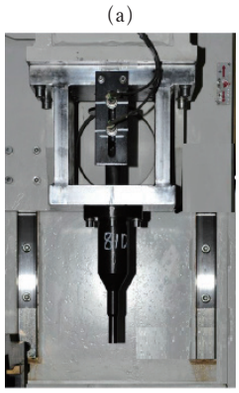
3. 存在的问题

根据柴油机6DM缸盖线OP130铜套压装生产线的生产效率和质量缺陷分类统计报告，从压头、检测工具结构着手进行研究，利用数据统计学进行分析，找出具体存在的问题如下：

（1）压头换型麻烦，易丧失精度。分析压装工艺、压头实物以及与机床联接结构（见图6）可知，这种结构只能是一个铜套对应一个压头，针对不同的铜套时需整体更换，每次换型需要拆卸四个紧固螺钉，拆卸非常麻烦，同时压头靠外圆定位，反复拆卸配合精度容易丧失。通过测试可知拆卸一次时间为30min，应加以改变。

（2）预装及检测出现磕碰现象。在铜套压装工艺过程中，压装前需要对挤压杆进行预装，操作人员手工将材质为钢铁的挤压杆放入喷油器铜套小孔内，装入时手会与喷油器铜套干涉，挤压杆短，放入时实际是投进去的，与铜套底面产生接触并引起磕碰伤（见图7），而挤压杆因设备结构限制，无法再加长，因此需要改进方法。铜套压装后还需要采用深度规对铜套的压入深度进行检测（见图8）。在检测过程中，如果不小心放入不准确，会导致

(a)



(b)

图6　压头及其安装

图7　铜套底面磕碰

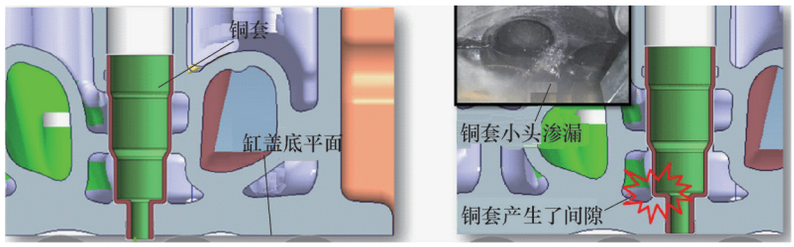
图8　深度规检测压装深度

铜套底面产生磕碰伤。

（3）压装时铜套小头出现挤压延伸现象。在铜套挤压装配时，如果受力过大，铜套小头会出现挤压延伸，严重的会凸出缸盖底面与滚轮接触，导致铜套松动，铜套小头有“鱼子泡”现象，从而造成泄漏，压装不合格（见图9）。

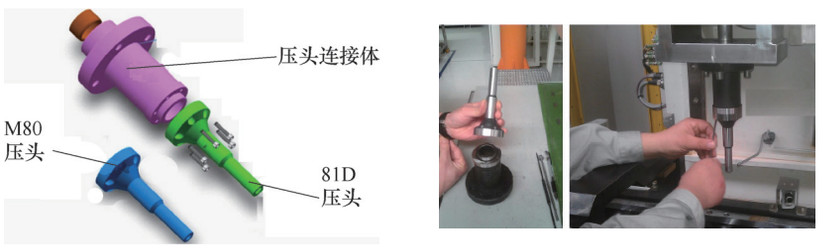
4. 改进压头结构及尺寸

根据机型重新设计压头。为了提高效率，将整体式压头改为分体结构，其中压头连接体与机床固定如图10所示。换型无需更换，仅需更换对应的机型压头，换型时间仅为10min，足足节省了20min。但通过多次试验又发现了新问题，当更换不同压头时，压头的圆角会干涉，还需改进压头倒角尺寸如图11所示，保证两种压头与铜套不会干涉。这样将原来的结构改善为快装式，极大提高了生产效率，还保证了压头的精度。更改后进行压头压装60件缸盖试验，结果未出现铜套平面压伤和小头渗漏现象。



(a)　(b)

图9　铜套小头挤压延伸产生松动



(a)　(b)

图10　压头分体设计

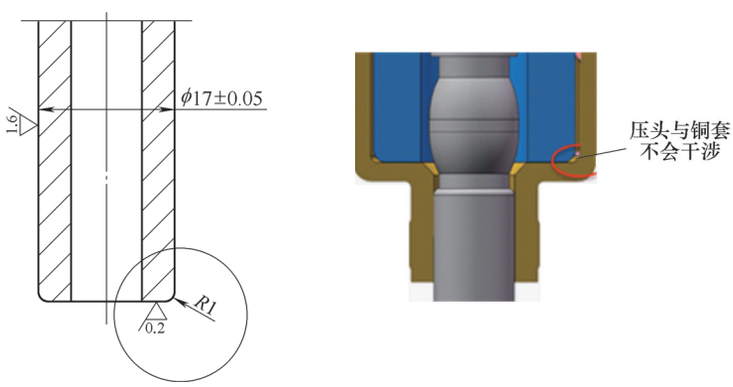


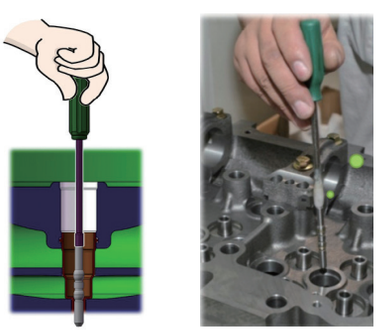
图11　改变倒角尺寸

5. 改进挤压杆的预装方法

在压装工序③中，由原来人工投入改为带磁性的吸棒吸住挤压杆顶部，可垂直准确地放入铜套小头内，从根本上改善了铜套底面的磕碰问题（见图12）。改为使用磁性棒的挤压杆放入方法后，进行120件铜套的检验，结果如图13所示。

6. 改进量具结构

对检具进行结构优化（见图14），增加防错，通过增加同轴导向装置，使量具与底孔同轴，消除了检具小头测量歪斜时与铜套内壁接触的隐患。防错测量实际操作如图15所示，确保检测时



(a)　(b)

图12　改进挤压杆预装工具

不会磕碰伤铜套底面。

7. 确定铜套小头同轴度要求

通过对铜套图样及压装工艺分析可知，伸出量与压装时的受力成正比，铜套与挤压管和缸体互为基准、互相挤压。出现挤压延伸量过大与压装时铜套的受力大小有关，其根本原因在于铜套小头的相关尺寸精度和位置精度有最大的关系。针对大量生产和流水线作业以及铜套有较多关联尺寸的实际情况，应逐一排查确认要因。

（1）铜套小头尺寸精度统计分析。为确定要因，取120件铜套的小头尺寸按照图样要求（见图16），使用相关量具进行测量，并进行数据分析，统计结果如图17所示。结果显示120件铜套小头相关尺寸全部合格，不是影响铜套小头出现挤压延伸的根本原因。

（2）铜套小头压装相关尺寸精度统计分析。从压装工艺及装配情况可知，铜套小头挤压孔径不合格也会导致挤压变

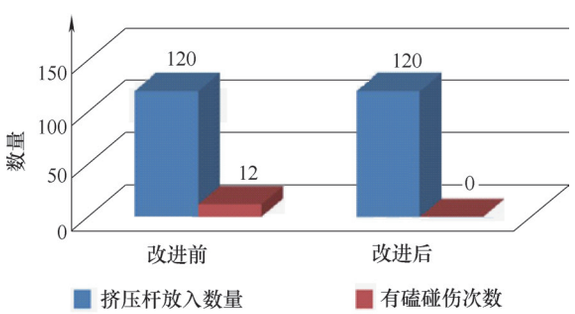
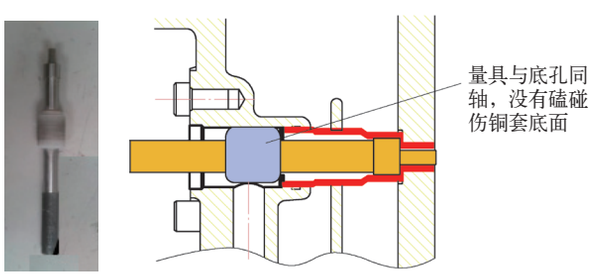


图13　改进前后挤压杆预装磕碰数量对比



(a)　　(b)

图14　改进量具结构

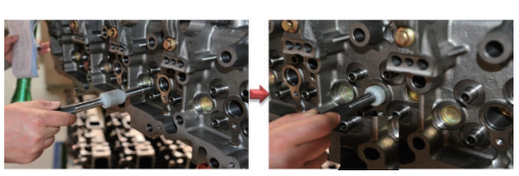


图15　量具结构改进后的实际操作

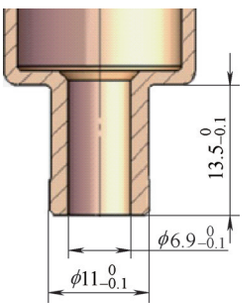
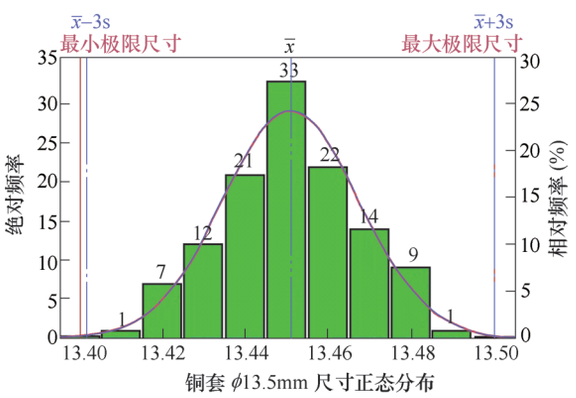
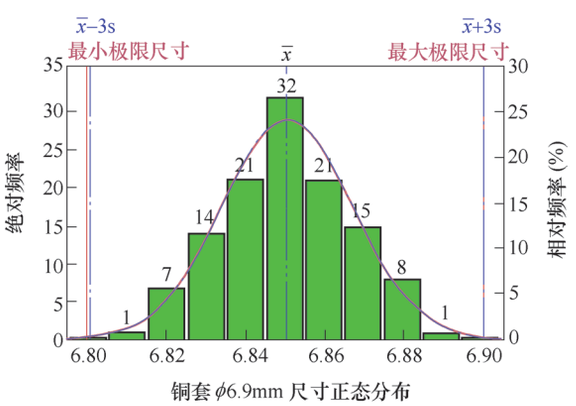


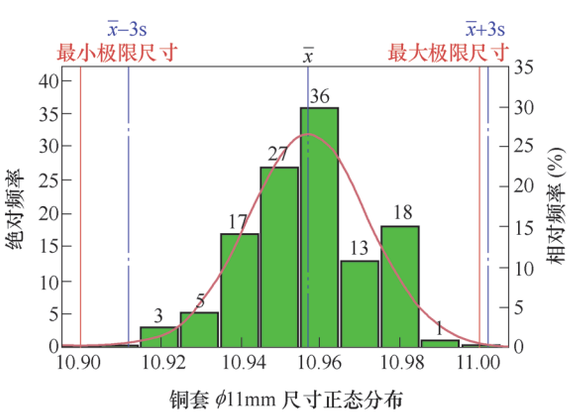
图　16



(a)



(b)



(c)

图17　铜套小头相关尺寸精度统计分析

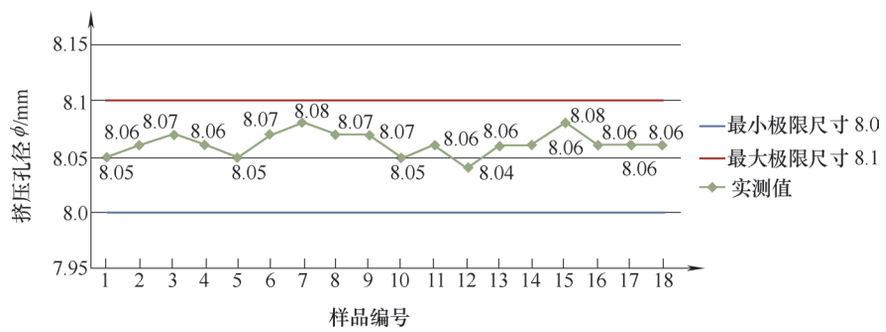
形，从而造成铜套延伸。选择测量81D/M80不合格缸盖3件共18个铜套挤压后的孔径尺寸精度，其中81D的设计孔径为$\phi 8^{+0.1}_{0}$mm，M80的设计孔径为$\phi 7.6^{+0.1}_{0}$mm，测量数据如图18所示，结果显示81D/M80小头挤压后孔径均合格。

（3）确定铜套小头尺寸精度。排除上述两个原因后可知，铜套小头出现挤压延伸的要因是铜套小头外圆与内孔没有位置精度要求，从压头零件加工工艺分析可知，外圆与内孔的加工工序不相同，定位基准不统一，容易造成外圆与内孔不同心的现象，因此，铜套小头外圆与内孔不同轴是导致压装不合格的根本原因。同轴度尺寸精度设定并非越大或越小越好，通过试验得知，若同轴度超过ϕ0.15mm，则铜套挤压会不均匀，部分材质会延伸出缸盖底面，经过滚轮输送，凸出部分与滚轮表面干涉，造成铜套密封破坏；若同轴度精度设计过小，则增大了加工难度，成本增加。为了得出准确而合理的同轴度尺寸公差值，运用统计学原理及试验研究，分别对24件81D铜套的小头在测量了同轴度后进行压装。图19所示为同轴度与压装伸出量关系曲线。结果显示：同轴度＞ϕ0.13mm的3件铜套伸出量＞0mm（见图19中的红色虚线部分）。因此需在铜套图样中增加同轴度要求，即将铜套小头外圆与内孔的同轴度要求设计为ϕ0.1mm。

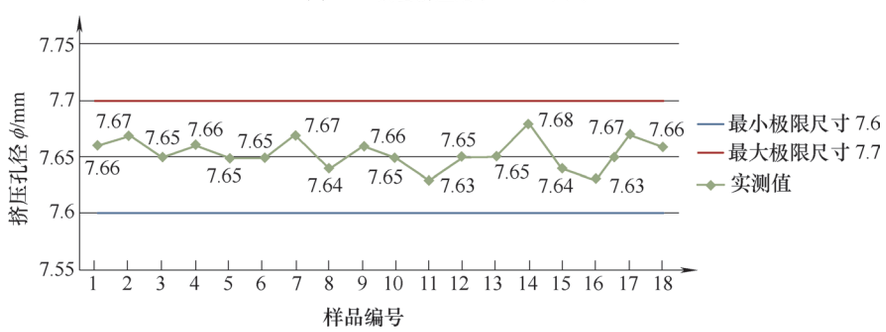
8. 试验验证

为了验证，对108件铜套同轴度小于ϕ0.1mm、挤压后的铜套伸出量进行检测，铜套伸出量均为合格，因此，同轴度设计为ϕ0.1mm是合理的。

整体改良后进行最后一道工序验证：对滚轮改进后的6件小头凸出底面的缸盖进行试漏试验，结果如图20、图21所示，证明改进措施有效。



（a）81D铜套挤压后ϕ8.0mm尺寸



（b）M80铜套挤压后ϕ7.6mm尺寸

图18　铜套小头挤压孔径尺寸精度统计分析

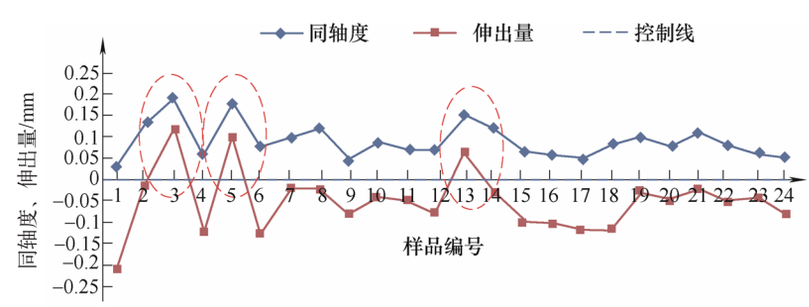


图19　81D铜套小头同轴度与压装伸出量统计分析

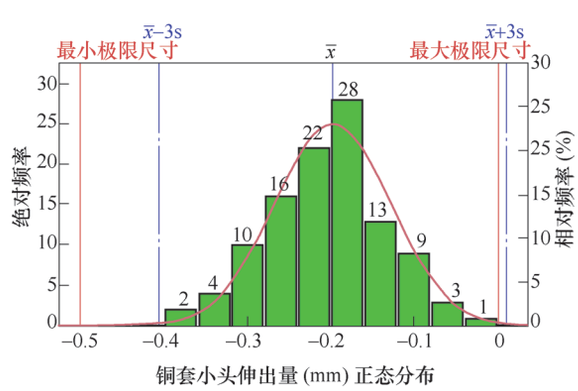


图20　铜套小头伸出量统计分析

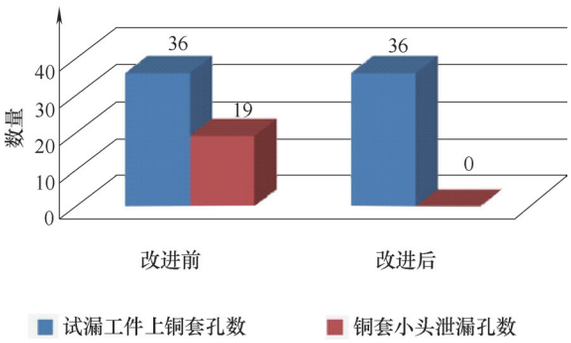


图21　铜套小头试漏对比

9. 结语

对6DM缸盖线OP130铜套压装工艺进行改良，改进压头、检测工具的结构，使得铜套压装合格率由原来的94.02%提高至99.20%，提高了生产效率并达到了预期目标，为企业带来了效益。

针对企业大批量生产和流水线作业，通过抽检试验测试和理论分析，并利用数据统计分析软件进行有效的数据分析，找出造成质量缺陷的要因，对于制定对策和合理确定图样的同轴度位置精度起到了关键性的作用，消除了挤压变形量，解决了实际生产问题，证明了改进方案和图样设计的有效性。

参考文献：

[1] 唐春晖，朱作君，李海强．气缸盖喷油器铜套装配工艺[J]．金属加工（冷加工），2009（17）：57.

[2] 倪根林．柴油机气缸盖喷油器铜套压装方法[J]．柴油机设计与制造，1999（1）：53-54.

[3] 赵忠玉．测量与机械零件测绘[M]．北京：机械工业出版社，2010.

[4] S.Kandreegula，U.Gupta，S.Vyas，孙丹红．不同发动机工况下气缸盖与机体间的衬垫密封特性研究及试验验证[J]．国外内燃机，2016，48（2）：40-43.

MW（收稿日期：20190122）

专家点评

本文以改善铜套压装工艺为例，针对现有的产品质量缺陷进行抽检测试和数据分析，从压头和检测工具的结构着手研究，制定具体的解决措施，通过优化方案和图样设计，消除了挤压变形量，提高了产品合格率及生产效率。

GIVI MISURE
来自意大利测控领域的专家

GVS 600 - 608
Optical scales for CNC machine tools
数控机床专用光栅尺

DRIVE-CLiQ　MITSUBISHI ELECTRIC Changes for the Better　SSI BiSS INTERFACE　FANUC

ACCURATE, RELIABLE AND HIGHLY PROTECTED！
高精密，超可靠，强防护！

周年纪念 40 GIVI MISURE 我着于科技的热情始于1979 意大利制造

大中华区唯一分公司：绩伟测量技术（上海）有限公司

地址：上海市浦东新区锦绣东路2777弄35号楼207/208室
邮编：201206
电话：0086-21-6887 7827
手机（微信）：0086 18101868690
邮箱：sales@givimisurechina.com
网址：www.givimisurechina.com

◆广告 查询编号：5477