

光孔装螺柱技术



任君甫 编

新时代出版社

内 容 简 介

本书介绍了以铸造铝合金为基体的光孔装螺柱新技术。主要包括：光孔装螺柱的原理、装螺柱的光孔、装入光孔中的螺柱、光孔装入螺柱、螺柱的主要参数对螺纹连接强度的影响、光孔装螺柱后内螺纹表面质量的分析、光孔装螺柱中可能遇到的缺陷和修理、光孔装螺柱技术发展方向的发展等。

本书列举了实例，说明计算公式的应用和计算方法。最后备有附录列出计算实用数据以供读者使用时查阅。

本书可供大专院校机械制造专业的师生参考和从事此项工作的设计、工艺以及技术工人阅读。

光孔装螺柱技术

任 君 甫 编

新时代出版社出版 新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 6.0625印张 127千字

1983年6月第1版 1983年6月北京第1次印刷

印数：0,001—3,500册

统一书号：15241·22

定价：0.65元

前 言

在铸造铝合金基体上预制规定尺寸的光孔，然后直接安装螺柱，它是一项新颖的螺纹连接工艺技术，该技术突破了螺柱连接的传统方法，显著地提高螺纹配合质量和生产效率。近几年来，这项工艺技术引起国内外工业部门的重视，并且正在获得日益广泛的应用。

目前，有关光孔装螺柱技术方面的文献资料在国内外虽然有一些，但系统叙述的专著却很少见。为了适应生产需要和促进这一工艺技术的发展，特将我们过去对光孔装螺柱技术的研究、试验和在生产应用中的实践，并收集了部分国内外有关光孔装螺柱技术的文献，编成本书，供有关技术人员和生产工人参考。

本书的内容包括：概论；光孔装螺柱的原理；为装螺柱准备的光孔；装入光孔中的螺柱；光孔装入螺柱；螺柱主要参数对螺纹连接强度的影响；光孔装螺柱后，内螺纹表层质量的分析；光孔装螺柱中可能遇到的缺陷和修理；光孔装螺柱技术发展方向的展望等。

在编写过程中，承蒙河南柴油机厂于康庄副总工程师的热心指导和审阅，在此表示谢意！

参加本书审阅的单位有：山西柴油机厂、吉林柴油机厂、渭阳柴油机厂、重庆空气压缩机厂、河南柴油机厂、北京内燃机总厂、北京永定机械厂。许多单位提出宝贵意见，热情

地支持和帮助，在此一并致谢！

由于编者水平有限，另外征求意见还不够广泛，书中难免存在一些错误和缺点，恳请读者惠予指正。

编 者

目 录

第一章 概论	1
§1-1 光孔装螺柱的概念	1
§1-2 光孔装螺柱的优越性	1
§1-3 光孔装螺柱的应用范围	7
§1-4 光孔装螺柱的应用示例	8
第二章 光孔装螺柱的原理	16
§2-1 金属的塑性变形	16
§2-2 金属塑性和应力状态的关系	18
§2-3 几个基本规律在光孔装螺柱中的应用	20
第三章 为装螺柱准备的光孔	25
§3-1 如何确定光孔尺寸	25
§3-2 为装螺柱准备的光孔执行尺寸	49
§3-3 光孔的基体材料	51
§3-4 光孔的制备	55
第四章 装入光孔中的螺柱	64
§4-1 对螺柱的要求	64
§4-2 螺柱材料	64
§4-3 螺柱形状	67
§4-4 螺柱制造方法和滚丝轮的选择	71
§4-5 对螺柱滚坯的要求	74
§4-6 螺柱的硬度	80
§4-7 螺柱的表面质量	81
§4-8 螺柱有关要素的检验	82

第五章	光孔装入螺柱	89
§5-1	光孔装螺柱的工艺过程	89
§5-2	螺柱装入速度	94
§5-3	润滑剂的选择	97
§5-4	光孔装、卸螺柱工具	98
§5-5	光孔装螺柱的设备	112
第六章	螺柱主要参数对螺纹连接强度的影响	114
§6-1	螺柱装入端型式对装入性能和连接强度的影响	114
§6-2	螺柱直径、螺距、螺柱中径和螺柱装入深度对连接强度的影响	117
§6-3	螺柱中径锥度对连接强度的影响	126
§6-4	螺距和半角误差对连接强度的影响	129
第七章	光孔装螺柱后, 内螺纹表层质量的分析	133
§7-1	表层金属机械性能的变化	133
§7-2	表层金属组织的变化	137
§7-3	对疲劳性能的影响	141
第八章	光孔装螺柱中可能遇到的缺陷和修理	145
§8-1	光孔装螺柱中可能遇到的缺陷和排除方法	145
§8-2	修理	149
第九章	光孔装螺柱技术发展方向的展望	159
§9-1	发展方向的展望	159
§9-2	光孔装螺柱技术今后研究的方向	159
附录		162
附录一	M6~M25×2 螺柱在装入其80~100%容积数时的光孔尺寸	162
附录二	M6~M25×2 内螺纹填充螺柱沟槽在 $(d_1 + C_p)$ 值时的光孔尺寸	173
附录三	螺距 $t = 0.8 \sim 2.5$ 毫米普通螺纹几何尺寸数据	187
参考文献		188

第一章 概 论

§ 1-1 光孔装螺柱的概念

光孔装螺柱是指在基体上按填充不同容积数，预钻规定尺寸的光孔，不进行预制螺纹，而在机床上，通过装螺柱工具将螺柱直接装入光孔内，靠螺柱螺纹的冷挤压作用，通过基体光孔壁部塑性变形，将螺柱固紧在基体上。螺柱既是挤压元件，又是产品部件上的零件螺柱，它代替过去习惯的螺纹配合方式，成为一种新的螺纹连接工艺。

§ 1-2 光孔装螺柱的优越性

光孔装螺柱工艺，在国内外是一项比较新的螺纹连接工艺，它的发展，使它成为金属加工中最先进的工艺方法之一，在质量方面、经济方面、生产管理方面和标准化方面等均有很大优点。

1-2-1 质量方面

(1) 可以提高零件的纤维硬度和疲劳强度

图 1-1 是用两种不同工艺加工方法。图 (b) 是用切削加工方法获得的内螺纹，由于切削加工把金属基体的纤维切断，这样内螺纹的承载能力就不如图 (a) 所示的内螺纹。而图 (a) 是基体光孔壁部金属受到螺柱的挤压所呈现的塑性变形而形成的内螺纹，其金属纤维是连续的，挤压后的螺纹表面产生冷作硬化层，形成残余压缩应力且分布在和螺柱

啮合表面上，从而提高了金属表层的物理机械性能，结果增加了内螺纹的承载能力和耐疲劳强度。

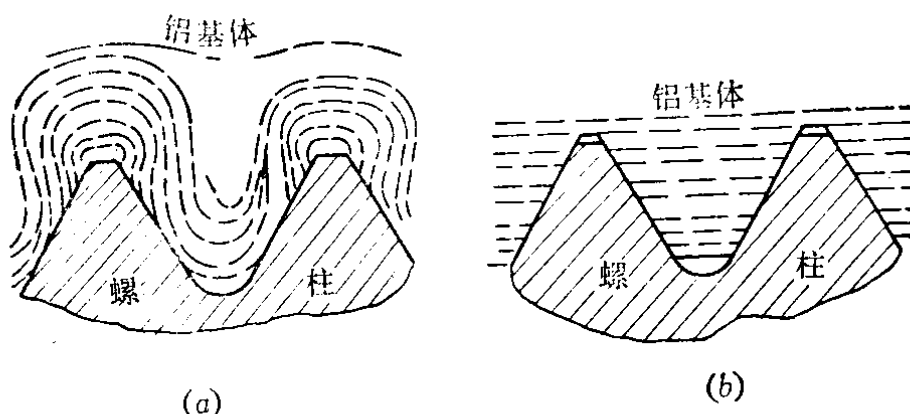


图1-1 两种不同工艺方法加工内螺纹的比较

(a) 光孔装螺柱挤压的内螺纹；(b) 切削加工获得的内螺纹。

(2) 可以提高配合的稳定性

一般预制螺纹装螺柱连接质量跟它们本身质量有密切关系。用切削加工方法获得的预制内螺纹质量又视螺纹刀具的精度和所用机床、工具的刚性和振动有关，且螺柱和内螺纹由于加工和定位方法不同而形成的两个配合表面，各自还存在半角、螺距和中径锥度等误差，会造成牙侧间不平行而引起实际支承面的减少，容易产生配合误差。但光孔装螺柱无须考虑象预制螺纹装螺柱所产生上述弊病。因为螺柱本身既作挤压元件，又作为和基体光孔配用之螺柱，光孔装螺柱后，光孔壁部印上螺柱的“印痕”，内螺纹形状与螺柱螺纹是吻合的。由于内螺纹用挤压法成型，因此，螺纹偶配合面结合很好。所以，光孔装螺柱可以提高配合稳定性。

1-2-2 经济方面

(1) 节约了大量切削工具和测量工具，从而节约了大量的贵重材料。

光孔装螺柱，螺柱相当“自攻”装入方法，无须消耗内螺纹刀具和螺纹塞规。因此，可以大量节约贵重合金钢材料。据某厂不完全统计，采用光孔装螺柱后，仅节约刀具一项每年可以给国家节约资金两万元以上；节约高速钢达60公斤左右。

（2）工艺方法简单

用切削方法获得较高精度的内螺纹，一般必须采用粗攻和回攻工序，并需要精密的螺纹刀具、量具和熟练的工人；而光孔装螺柱可以在不需要上述条件下，较容易的能达到规定的光孔尺寸和光洁度。

（3）加工效率高

光孔装螺柱工艺只需制备光孔、清洗、用光滑塞规检验，然后用所需螺柱装入；而不需要象预制螺纹装螺柱那样：钻孔、初攻、回攻、清洗、用螺纹塞规检验等工序。由于工序的减少和简单，从而大大节约了生产工时，提高了生产效率。

（4）降低产品成本

采用光孔装螺柱后，节省了刀具、量具、辅助工具。因此大大地减少了生产准备时间，而此种工艺方法又提高了生产率，从而产品成本大大降低。

表 1-1 以离合器外壳零件为例，示出两种工艺方式的加工过程和经济效果的概略比较。

1-2-3 生产管理方面

光孔装螺柱方法是利用基体金属塑性的特点，故装入光孔中所用的螺柱只需制备一种精度的螺柱；而不需要象预制螺纹装螺柱那样，必须制备具有不同精度的螺柱。因此，大大地简化螺柱加工工艺，有利螺柱专业化生产。

表1-1 两种工艺方式的加工过程和经济效果比较
(以离合器外壳零件为例)

预制螺纹装螺柱			光孔装螺柱			按年产 4000件 节约价 值 (元)①
工序	定额 工时 (分)	所用设备、工具	工序	定额 工时 (分)	所用设备、工具	
钻底孔	32	摇钻、钻头、光滑塞规	钻光孔	32	摇钻、钻头、光滑塞规	22500 元
初攻	45	摇钻、粗丝攻、螺纹量规				
回攻	85	钳工、精丝攻、螺纹量规				
清洗	3	清洗机	清洗	3	清洗机	
检验	10	螺纹量规	检验	5	光滑塞规	
装螺柱	40	摇钻、装螺柱工具	装螺柱	40	摇钻、装螺柱工具	

① 节约价值中不包括内螺纹刀具和螺纹量规节约资金。

由于此种工艺方法改变了旧的工艺生产过程，这样，不但节约了许多工艺装备，而且节约了刃磨、维修和工具库存，精简了服务项目，方便了生产管理。

1-2-4 为标准化创造了条件

习惯的螺纹配合工艺是在铝基体上预制内螺纹，将双头螺柱一端装入，保持相互配合要求。目前，国内外采用许多不同的紧螺纹配合方式，多半采用的方式有：

- (1) 螺柱和内螺纹中径上相互过盈。
- (2) 相互连接的螺柱和内螺纹之锥形螺纹尾部锁紧。
- (3) 靠底部止程固定，即螺柱装入到内螺纹未完整扣锁紧。
- (4) 螺柱装入后靠螺柱端部平面锁紧，或用钢球插入螺柱的分叉端等。

光孔装螺柱同时具有 (1)、(3) 两者的优点，而习惯的螺纹配合大多数采用 (1)、(2) 两种方式。围绕着这两

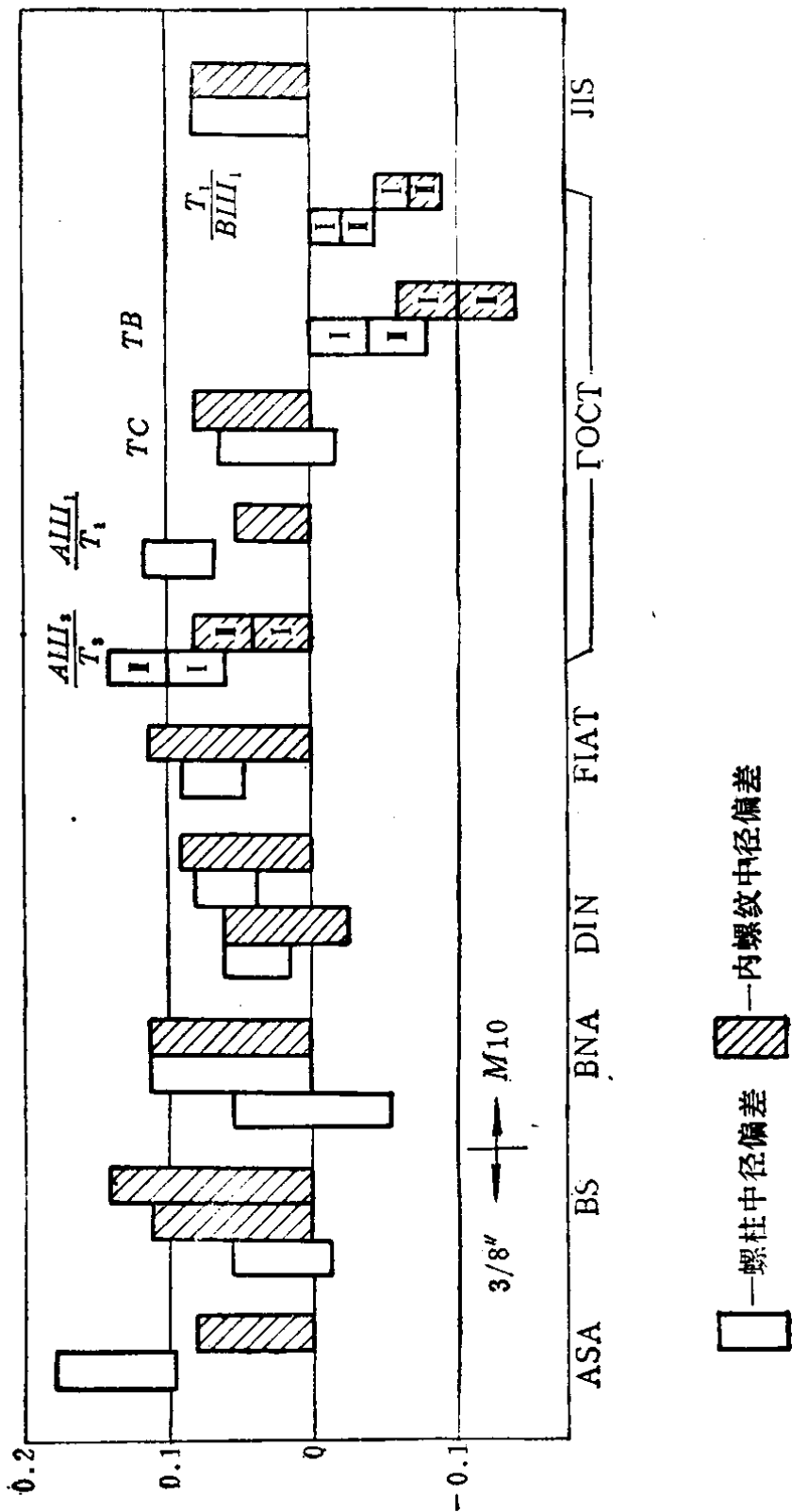


图1-2 各国标准

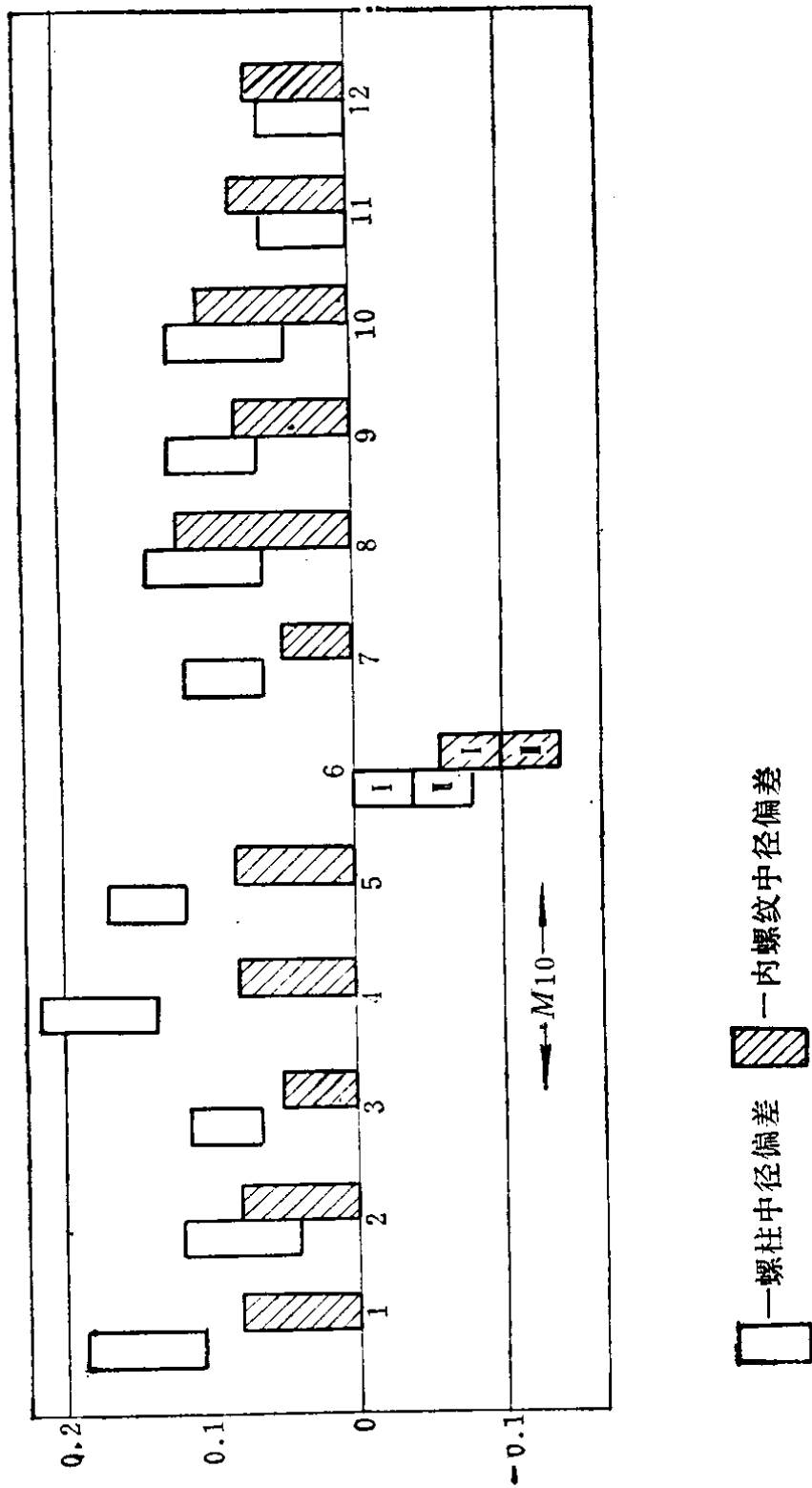


图1-3 国家标准和部分企业标准

1—国家标准GB1181-74, 2—国家标准GB1180-74, 3~12—部分企业标准。

种方式，各国有许多标准。我国不但有国家标准，而且还有多种企业标准。其部分结果示于图1-2和图1-3中，图1-2中所示螺纹尺寸为 $3/8''$ 美、英标准螺纹和M10公制螺纹。横坐标按顺序分别为美、英、法、西德、意、苏、日等国标准的简称。图1-2和图1-3纵坐标为螺柱及其相互配合的内螺纹中径偏差。图1-3所示的螺纹尺寸为M10公制螺纹，横坐标为国标和部分企业标准。

繁多的螺纹配合标准，不但不利于互换，而且给生产带来不少麻烦。光孔装螺柱技术的应用成功依照“以最少的标准，满足最大的需要”的原则，逐渐为标准的统一开辟了新的途径。根据不同的结合性质，可以预制不同填充百分容积数规定尺寸的光孔，用国标普通螺纹的二级精度的螺柱装入即可。

§ 1-3 光孔装螺柱的应用范围

光孔装螺柱多用于过盈配合螺纹，将螺柱不动地固定在基体中，能确保机器在运行中，螺柱不致自行回松，松开螺母时不致拧出螺柱。

基体光孔壁部内螺纹的成型过程，实质是基体在受外力作用下的塑性变形过程。凡是冷态下可以产生塑性变形的材料，都可以用作挤压成内螺纹的基体材料。目前，光孔装螺柱采用的基体材料大部分是：铝合金、镁合金等。但是光孔装螺柱和预制螺纹装螺柱相比，所需的扭矩是较大的，如布氏硬度 $HB=97.7$ 的铝合金ZL-104装M10螺柱为例：采用预制螺纹装螺柱其正扭矩为 3.82 公斤·米，而采用光孔装螺柱则需扭矩为 4.67 公斤·米。由此可见：光孔装螺柱工艺有

一定的技术要求，且应用范围受到螺柱强度的限制，但根据当前的技术水平，国内已经完善地解决其螺纹规格为M6～M24×2在铝合金基体零件上的应用。

§ 1-4 光孔装螺柱的应用示例

近年来，随着技术水平的提高与试验研究的加强，光孔装螺柱技术逐渐引起国内外机械工业部门的重视，并且正在获得日益广泛的应用。为了便于了解目前使用情况，这里举出一些在内燃机制造业中应用光孔装螺柱技术的实例。

图 1-4～图1-10 是光孔装螺柱技术在内燃机零件上的应用示例。原来和现在两种工艺方式比较见表1-2。

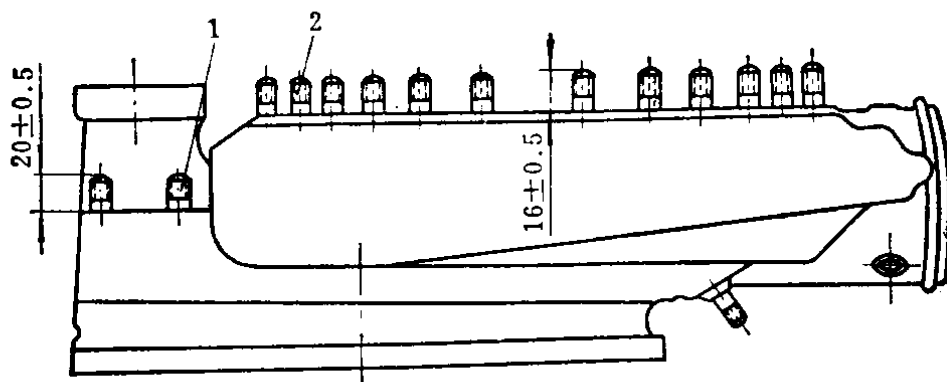


图1-4 光孔装螺柱在增压器壳体上的应用

1—M8螺柱；2—M6螺柱。

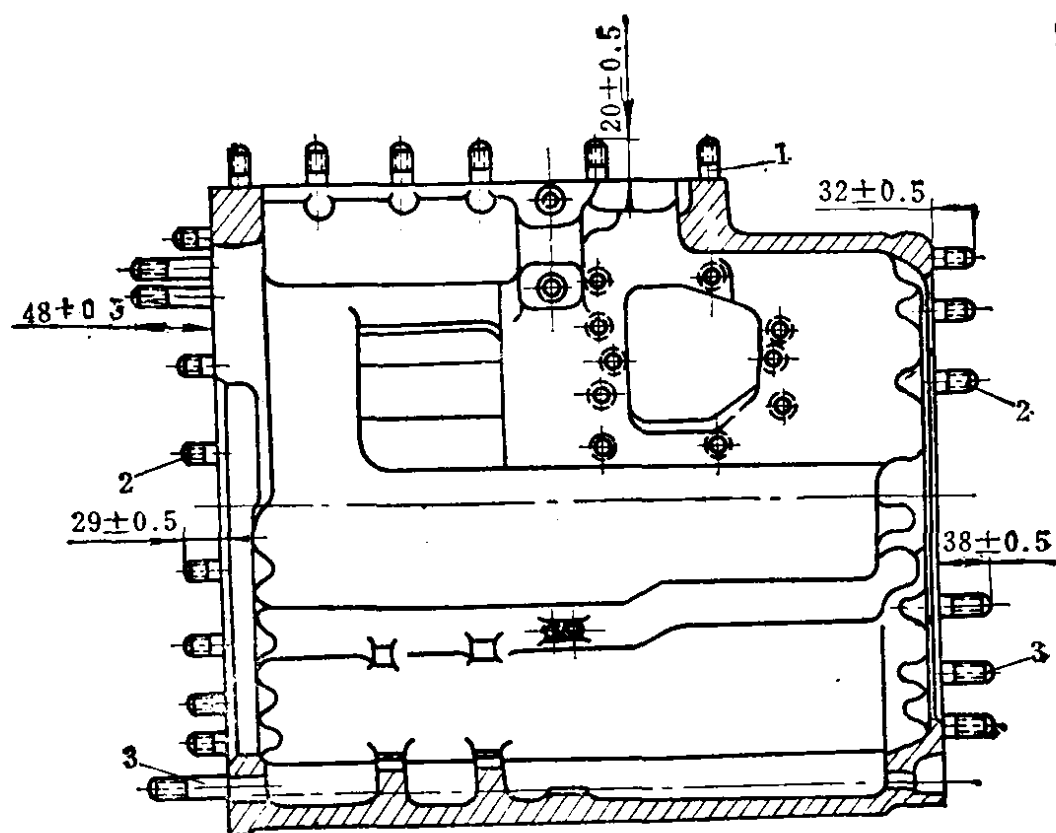


图1-5 光孔装螺柱在离合器外壳上的应用

1—M8螺柱；2—M10螺柱；3—M12螺柱。

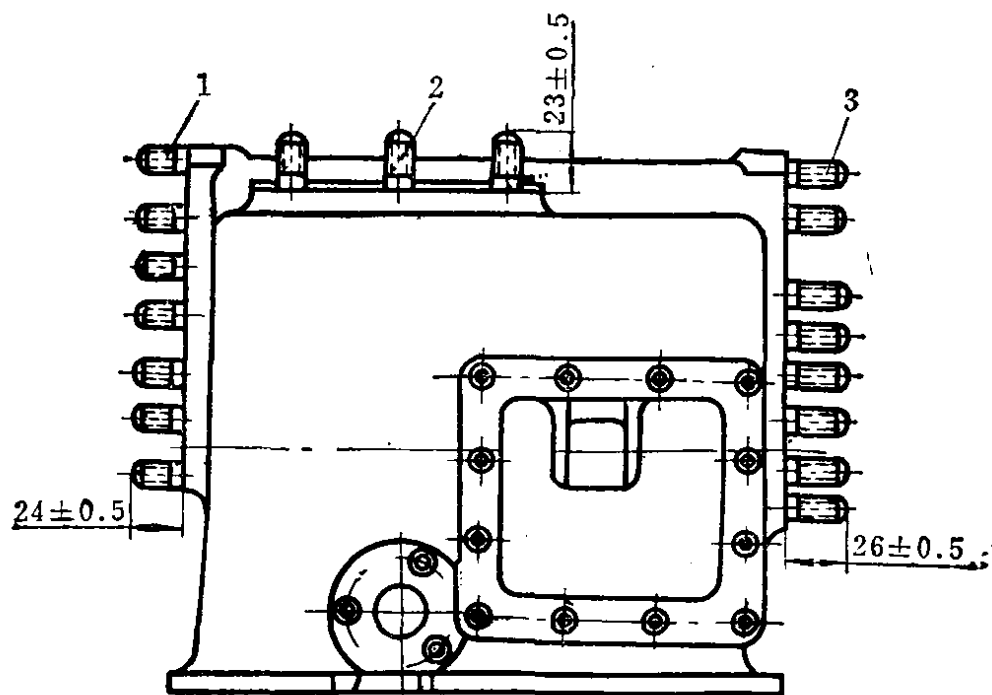


图1-6 光孔装螺柱在操纵机构体上的应用

1、2、3—M8螺柱。

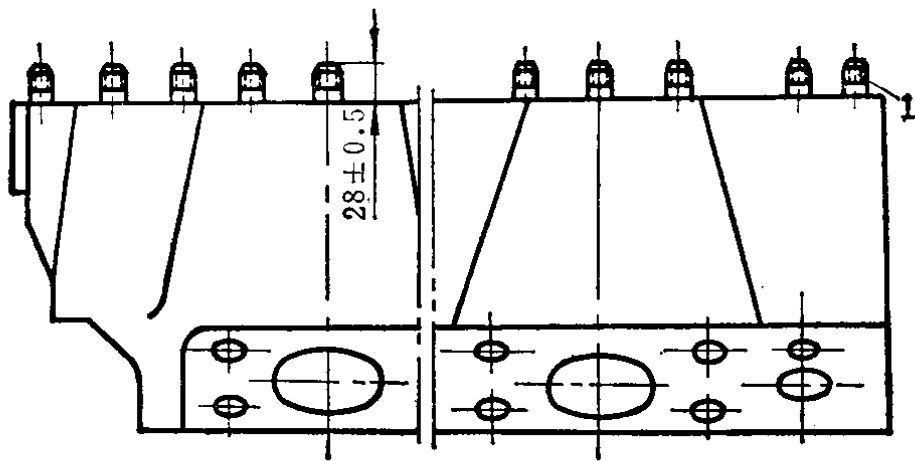


图1-7
光孔装
螺柱在
机体上
的应用
1—M10
螺柱。

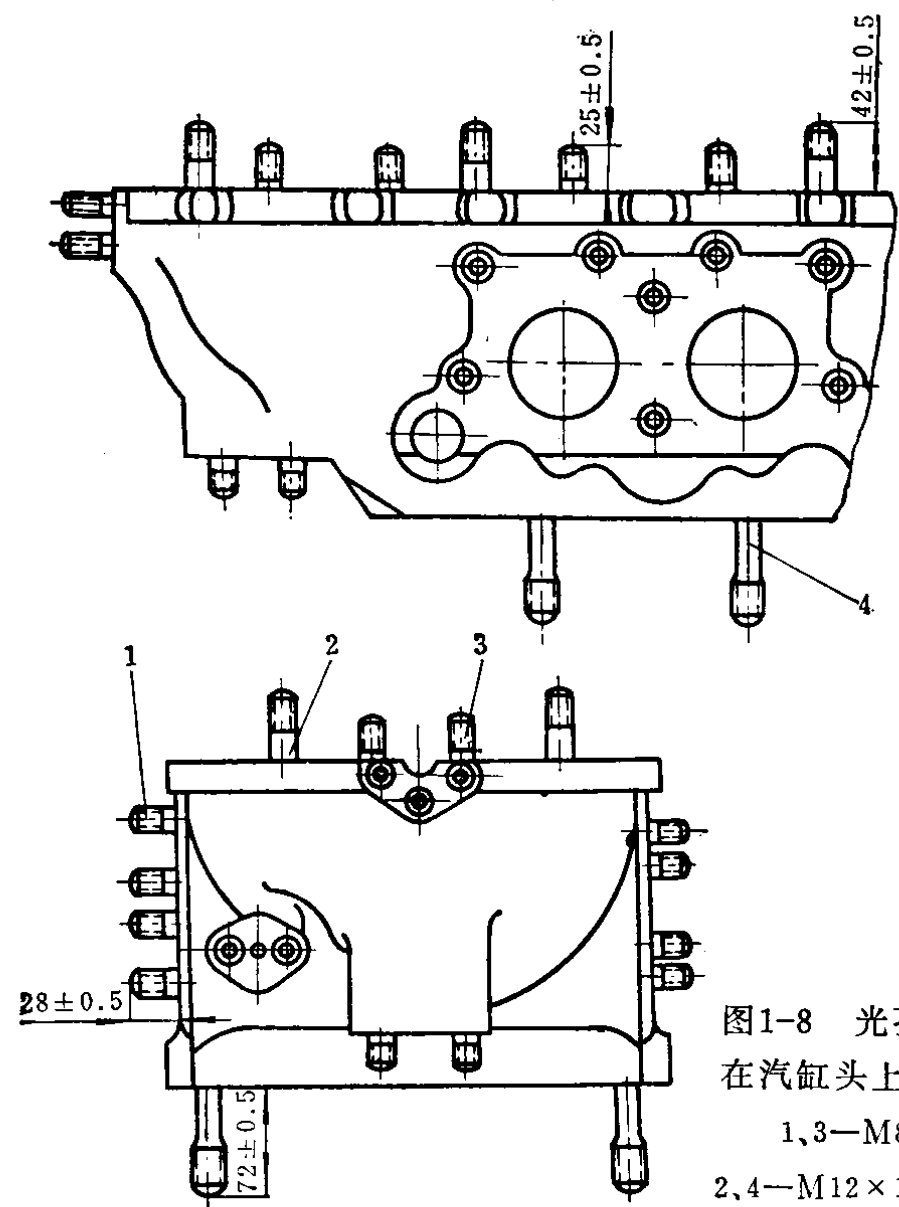


图1-8 光孔装螺柱
在汽缸头上的应用
1、3—M8螺柱；
2、4—M12×1.5螺柱。

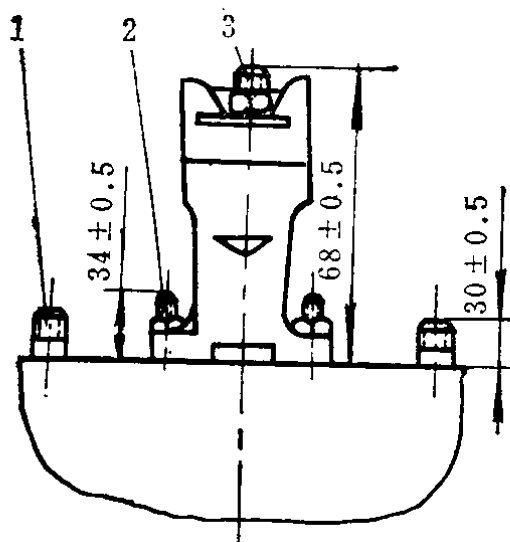


图1-9 光孔装螺柱在轴承座上的应用

1、3—M10螺柱；2—M8螺柱。

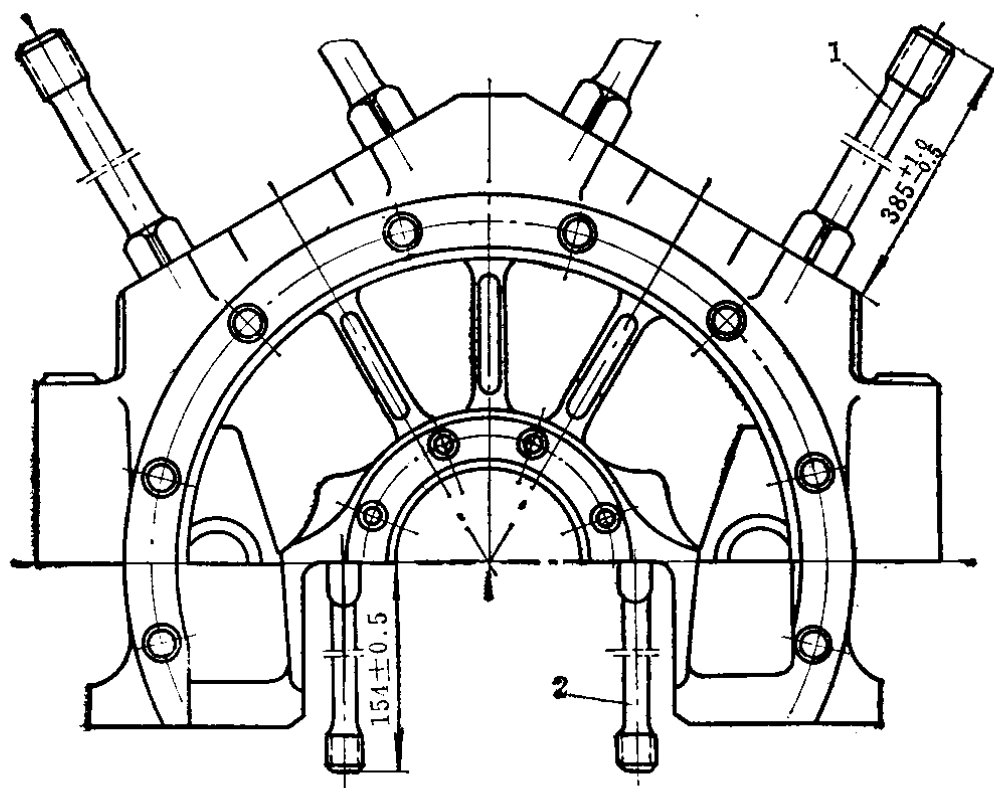


图1-10 光孔装螺柱在曲轴箱上的应用

1—M24 × 2螺柱；2—M22 × 2螺柱。