



安装手册 DL275E/DL550E

Limbach Flugmotoren Gmbh & Co.KG
Kotthausener Str.5
53639 konigswinter
Germany
厦门林巴贺航空发动机股份有限公司
地址：厦门市湖里区高崎南五路 222-3
（航空商务广场 2 号楼）8 楼 A 座
电话：+86 592 5383060
传真：+86 592 5383050
网址：www.limbach.cn
邮箱：sales@limbach.cn,
sales@china-delong.cn

目 录

1 概述	3
1.1 适用性	3
1.2 安全性	3
1.3 安全信息	4
1.4 指导	5
2 技术数据和基本信息	7
2.1 综述	7
3 发动机安装和安装点	8
3.1 发动机安装方向	8
3.2 操作角度	9
3.3 发动机安装点	9
4 发动机工作限制	10
5 螺旋桨驱动装置	11
6 冷却	12
6.1 背景信息	12
6.2 首选冷却方向	14
6.3 气缸周围流量	14
6.4 冷却系统验证	14
6.5 拉式安装	14
6.6 推式安装	14
7 化油器和燃油系统	16
7.1 化油器进气口	16
8 燃油系统	17
9 点火系统和电气设备	18
9.1 R. F. I. (无线电射频干扰) 抑制	18
10 排气系统	19
11 减震与减噪	20
12 操作限值	21
13 仪表	22
13.1 转速表	22
13.2 温度	22
13.3 飞行仪表	22
14 林巴贺 DL550E 发动机匹配螺旋桨	23
14.1 简介	23
14.2 理论基础	23
14.3 推力	23
14.4 问题	23
14.5 图表	24

15 发电机系统	25
15.1 综述	25
15.2 电气特性	25
15.3 尺寸	27

1 概述

本手册旨在帮助飞机设计师及制造商获得发动机正确操作状态，确保发动机性能与可靠性最优化。

林巴贺 DL550E 发动机专为普通飞机设计研发，并不适用于特定法规要求的认证飞机。如有疑问，请参照国家机关或管理机构制定的相关法律法规。

1.1 适用性

本安装手册适用于林巴贺 DL550E 系列发动机。鉴于林巴贺 DL275E 系列发动机不另行提供单独的安装手册，本安装手册中的大部分内容同样适用于 DL275E 系列发动机。

适用性

厦门林巴贺航空发动机股份有限公司并不保证发动机适用于任何特定用途。用户应自行负责确保发动机在合适环境中运行，且不出操作限制。

操作限制根据已知用例确定。鉴于新安装活动可能对发动机施加未知荷载，因此需要重新评估发动机的操作限制。

警告：

注意，发动机可能随时出现故障并导致显著的功率损失，发动机的安装也会增加这种失效的几率。发动机动力损失可能导致重大伤害，甚至危及生命。

注意：

将发动机安装于机身内部是一项极具挑战的工程任务，需要具备丰富的发动机安装知识。本手册未包含所需的全部信息，且本手册信息也不能替代必要的工程学知识。

运行发动机时，请使用林巴贺所提供、推荐或认可的配件。未经发动机制造商许可，不得对发动机进行任何更改。

发动机操作限制，请参阅相关数据表和安装说明（见第 2 部分）。下列安装说明将帮助用户避免错误，确保安全操作。

1.2 安全性

尽管阅读安装说明并不能消除所有安全隐患，但对安装说明的理解和应用将有助于您正确安装和使用发动机。

在本《安装手册》出版时，所有信息及组件/系统说明是正确的。林巴贺拥有不断改进产品的权利，但没有将改进部分加入早期生产的产品资料的义务。

林巴贺在任何时候都保留废止或更改技术参数、产品设计、特性、模式或设备的权利。

本《安装手册》中所含图片展示了典型的产品结构，它们不可能完全体现出相同或有同样功能零件的全部细节或真实外形。

手册中的单位以国际米制单位给出。为方便起见，圆括号内给出了部分美制换算值。为便于使用，对某些精度要求不高的数据，转换成整数。

1.2.1 字体排印：

本手册使用下列字体排印来强调特定的信息。此类标志非常重要，必须予以重视！

警告： 必须遵守此类指示，否则可能导致重大伤害，甚至造成死亡。

注意：

提醒： 遵守此类指示，否则可能导致发动机或其他组件严重受损。

注： 为确保完成或理解某些指示所需的补充信息。

1.3 安全信息

警告： 只有接受过本产品相关培训的认证技术人员（经本地适航性认证机构认可）才有资格从事发动机相关工作。

警告： 在发动机突然停车而不能成功实现迫降的空域，速度，高度或其他环境下不要驾驶装有这种发动机的飞机飞行。装备这种发动机的飞机只能在白天目视飞行

本系列发动机适用于目视飞行规则的飞机，此类飞机可在发动机无动力的情况下控制滑翔。

本系列发动机可进行倒飞，但不适合进行特技飞行。

本系列发动机未经制造商同意不得用于旋翼式飞机（直升机、旋翼机等），或其他类似飞机。

必须清楚的意识到，飞机制造商、装配人员和所有者及用户应自行挑选与使用本款发动机，并承担相应责任。

鉴于飞机设计、设备和类型不同，林巴贺对本系列发动机与任何特定飞机的适配性，以及与飞机制造商、组装人员或用户所选零部件、组件或系统的适配性不做任何陈述或保证。

在进行单独飞行前，不论是合格飞行员或是初学者，都必须完全掌握飞机及其控制装置和操作的相关知识。驾驶任何飞机均存在一定风险。请了解可能出现的飞行情况或风险，并做好相应准备。所有飞行员均必须参加经认可的飞机驾驶培训项目和继续教育。上述培训必须包含足够的急救程序。此外，您应确保从您的经销商处获悉尽可能多的关于飞机及其保养与操作相关信息。

用户应意识到任何发动机都会突然失灵或停转，由此可能导致飞机紧急迫降，甚至造成伤害或死亡。因此，我们建议您严格遵守发动机保养和操作要求，以及经销商向您提供的其他信息。

请遵照飞行区域内所有关于飞行操作的政府或地方法规要求。仅在满足安全飞行条件、地形和空速要求的情况下飞行。

选择并使用合适的航空仪表。林巴贺发动机套件并不提供航空仪表。必须安装经认可的航空仪表。

飞行前，请确保所有发动机控制装置均可正常操作。确保在发生紧急情况时，飞行员可以容易的触碰到所有控制装置。

除试飞坪外，不得在飞机未离地前，运行发动机，并使螺旋桨转动。若附近有人，

不得操作发动机。

为避免未授权使用，不得使飞机在发动机运作时处于无人看守状态。

编制发动机日志，遵守发动机及飞机保养时间表。确保发动机时刻处于最佳运行状态。不得操作未经妥善保养，或存在发动机操作故障的飞机。发动机维修可能需要使用特殊工具和设备，因此必须由经授权的林巴贺发动机经销商或当地授权机构批准的熟练合格技工进行维修。

为了防止可能出现的损伤或破坏，请在启动发动机前确认所有松动设备或工具已经拧紧。

发动机储存过程中，防止发动机和燃油系统被污染或暴露在空气中。

在特定区域、海拔和环境中飞行可能存在更大的风险。发动机可能需要进行化油器再校准、安装防湿或防沙尘设备，或进行额外保养工作。飞行前，尤其是在新区域飞行前，请咨询您的飞机经销商或制造商，获取必要信息。

切勿在燃油不足的情况下操作发动机（和变速箱）。

切勿超过规定的最大转速，允许发动机关机前在怠速工作数分钟以冷却发动机。

在低油门高转速飞行过程中操作发动机，如飞机俯冲过程中，可能引起发动机和排气温度上升，导致发动机过热，出现发动机骤停现象。

发动机必须由专人负责安装和操作，该人员需熟悉发动机的使用，了解安装和操作可能存在的隐患。

不得在缺少螺旋桨的情况下运行发动机，否则将导致发动机受损，且存在爆炸隐患。

螺旋桨、发电机/交流发电机及其连接物可能导致扭转振动。为确保安全操作，必须对扭转振动特性进行测量。若在运转速度范围内没有可以避免出现临界状况的合适方法，应避免在临界速度操作发动机。

由于用户错误安装发动机或使用不合适的燃油冷却和润滑油系统导致发动机出现任何问题的，发动机制造商不承担任何责任。

未经批准对发动机或飞机进行修改导致发动机或飞机损坏的，制造商不承担任何责任。

除了必须遵守本手册规定外，用户还必须遵守一般安全和事故预防措施、法律法规以及所有航空管理部门规定。

本手册和航空管理部门规定间存在差异的，以较严格规定为准。

1.4 指导

发动机需要发动机应用、使用、操作、保养和维修指导等方面的说明。

技术文件和说明书是对个人指导必要且实用的补充，但不得取代理论和实务指导。

上述指导应涵盖发动机技术背景、操作建议、保养、使用和操作安全说明。

必须特别重视所有安全相关技术指令，务必将安全指令转交给其他用户。

本系列发动机必须搭配林巴贺供应、推荐和发布的配件操作。所有的更改必须经过发动机制造商的同意。

提醒:

备件必须符合发动机制造商定义的要求。仅保证正版林巴贺备件和配件（见备件清单）符合发动机制造商要求。

正版林巴贺备件和配件仅授权林巴贺分销商和服务供应商，或厦门林巴贺航空发动机股份有限公司销售。

使用非正版林巴贺备件或配件将导致发动机所有相关保证无效（见《保修条款》）。

警告:

所交付的发动机和变速箱是“干”的（不含机油）。在投入运行前，必须向发动机内注入机油。必须使用指定的油液（参考《操作手册》）。若发动机长时间（超过 2 个月）放置，建议对发动机进行保护处理（见《操作手册》发动机防护章节）。

警告:

仅使用备件清单中所列的工具和辅助材料。

警告:

本发动机安装手册是技术文件的一部分，需搭配对应的《操作手册》、《维护手册》和《备件清单》使用。注意参考本手册各部分所述的其他文件。

注意:

本手册根据德国 Limbach Flugmotoren GmbH & Co. KG 的《Installation Manual Limbach L 550 E》英文版翻译编写而成，版本号：26.01.06。

如果在使用过程中对中文版本有异议，请以英文版为准，最终以德文原版为准。

本手册根据中国地区情况在手册中增加相应要求，均加[]。

在编写过程中存在诸多不足在所难免，因此在本版本使用过程中，恳求使用者及时给与批评指正，以便我们下一步进行改正。

厦门林巴贺航空发动机股份有限公司

二〇一五年七月

2 技术数据和基本信息

除遵守上述安装说明外，请遵守下述文件要求

- 操作手册
- 图解零部件清单
- 维修手册
- 技术公告
- 保养说明

引用文献所述信息是在正常条件下，适用于专业设备的数据和经验的基础上获得的。技术快速进步以及安装情况的变化可能导致现行法律法规的不适用。



图 2-1 DL550E 发动机典型配置

2.1 综述

DL550E 为四缸两冲程、对置发动机，具有多种配置供选择。图 2-1 为 DL550E 发动机的典型配置。

3 发动机安装和安装点

3.1 发动机安装方向

3.1.1

进行标准安装时，发动机曲轴必须处于水平位置，且化油器向下（即火花塞侧向）。如有可能，使用这种位置进行安装。

3.1.2

若化油器向上进行安装，需要对化油器进行重新调整。如有疑问，请书面联系发动机制造商。

3.1.3

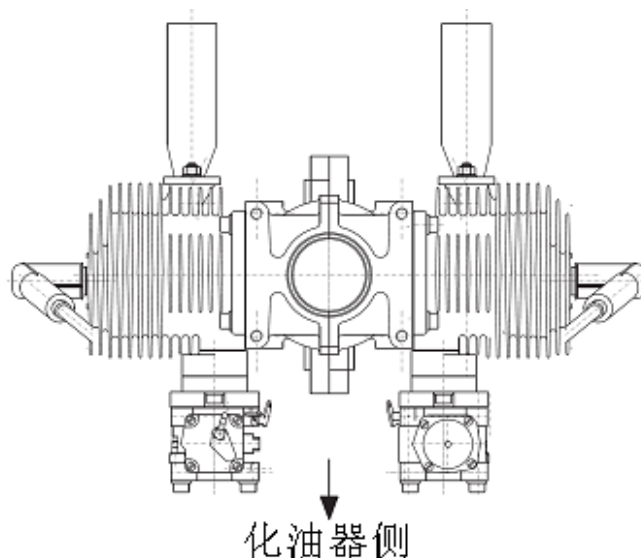


图 3-1 首选安装方向

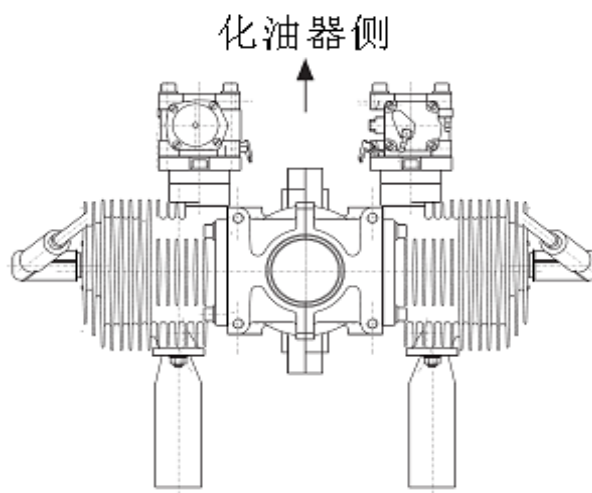


图 3-2 备选安装方向

仅在特定条件下，允许曲轴垂直进行安装。请书面联系发动机制造商，了解更多详情。

3.2 操作角度

俯仰角 $\pm 60^\circ$

侧倾角 $\pm 60^\circ$

3.3 发动机安装点

3.3.1

曲轴箱尾端面配有 4 个带 M8 螺纹孔的凸缘。

3.3.2

请事先咨询发动机制造商（书面形式），方可在气缸头（M5 螺纹孔）上紧固轻质配件（如冷却空气导流板等）。

3.3.3

必须在发动机和飞机机身之间安装橡胶减震垫，减少振动的传递，否则可能导致机身严重受损。

4 发动机工作限制

	最小值	最大值
海拔	-500m （-1500 ft）	+6600 m （20000 ft）
温度	+49℃ （120°F）	-25℃ （-13°F）
加速度		+15 g （纵向）

5 螺旋桨驱动装置

5.0.1

螺旋桨必须直接安装于曲轴上，经发动机制造商特殊测试和批准的除外。

5.0.2

不建议使用螺旋桨减速器驱动。减速齿轮箱需经过改良并联系发动机制造商后方可连接到发动机。

5.0.3

螺旋桨质量惯性矩不得超过 $1000 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$ 。将发电机连接于发动机尾部可能导致发动机在频率段内发生共振。应对发动机螺旋桨与发电机的任意组合进行振动测试，确保振动级不会达到临界值。

5.0.4

螺旋桨必须做动平衡测试，确保动不平衡力矩不超过 $2.5 \text{ g}\cdot\text{m}$ ，以防止驱动系统出现振动问题和应力超限。

5.0.5

螺旋桨必须与发动机功率曲线相匹配。对于固定螺距的螺旋桨，功率匹配意味着在某方面要做出折衷。在匹配点，螺旋桨将会在油门全开的情况下吸收发动机功率，螺旋桨吸收的功率会因飞行速度变化发生波动。总体来说，当飞机加速时，匹配点将向更高转速方向移动。必须考虑不同的折衷方案。起飞和爬升过程中，如果匹配转速高于最大额定功率时的转速，将导致动力损失、发动机超速，甚至可能造成发动机损坏；如果匹配转速正好等于最大额定功率时的转速，虽然可以实现爬升性能最优化，但巡航速度和燃油效率低；如果最大匹配转速正好等于最大巡航转速，将实现巡航和燃油效率最优化。如果匹配转速低于最大额定功率时的转速，将导致起飞和爬升性能欠佳，但在高海拔飞行时，可能会提高燃油效率（续航能力）。

6 冷却

6.1 背景信息

绝大多数航空发动机都是通过大气进行冷却，这一方法无需使用冷却风扇，但必须格外注意，防止发动机出现过热情况。通过设计，必须确保在最坏条件下，冷却系统仍可以获得必要的空气量。

- 飞机起飞和低速爬升
- 环境温度高

穿过发动机散热片的气流可以比作穿过风洞的气流。根据不同的冷却系统设计，气流量和系统压降之间存在直接关系。为了最大化利用进入冷却系统的空气，必须将因漏气、破洞和不完全匹配导流板导致的损失降至最低。冷却系统泄漏的影响如下所示：

如果空气绕过发动机散热片区域，由于孔口面积增大，压降将会减少。为了维持冷却（压降）效果，必须提高气流量。随着气流量的增大，冷却系统产生的阻力也随之增加。

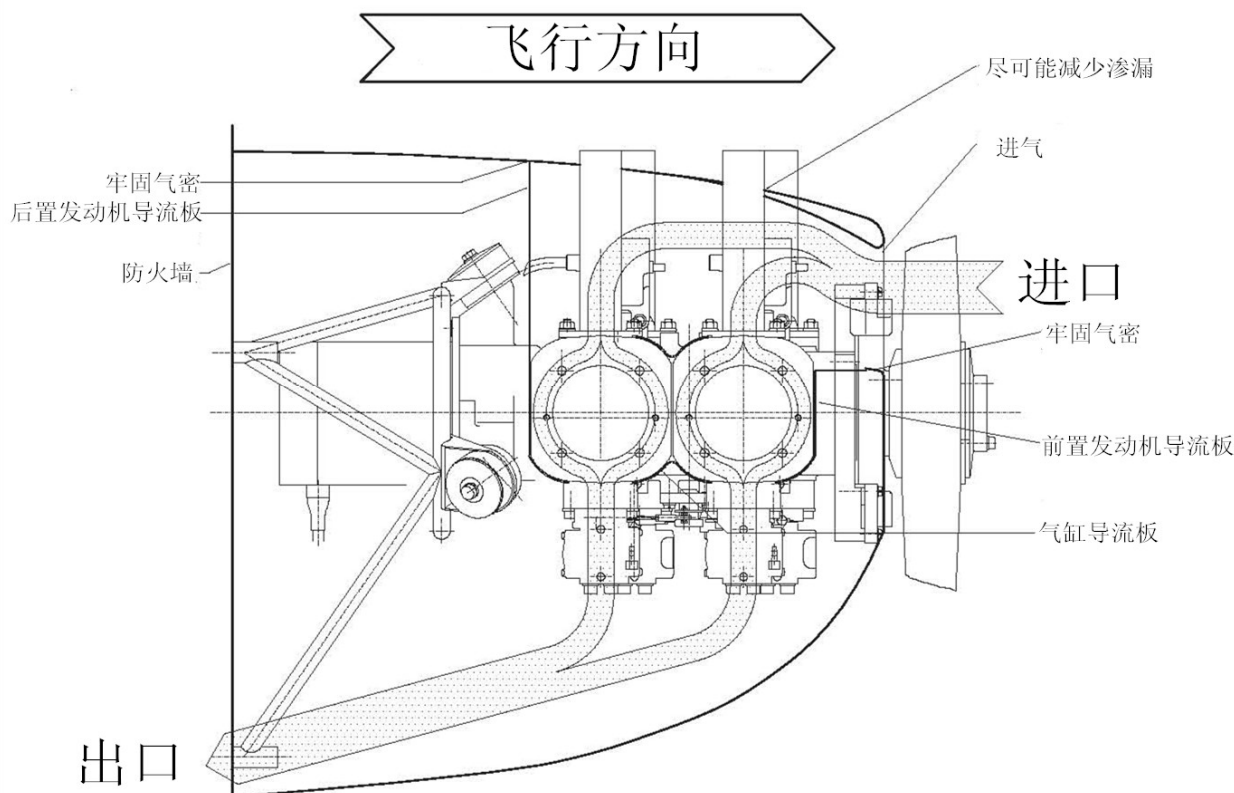


图 6-1 拉式安装（化油器向下）冷却系统布置图

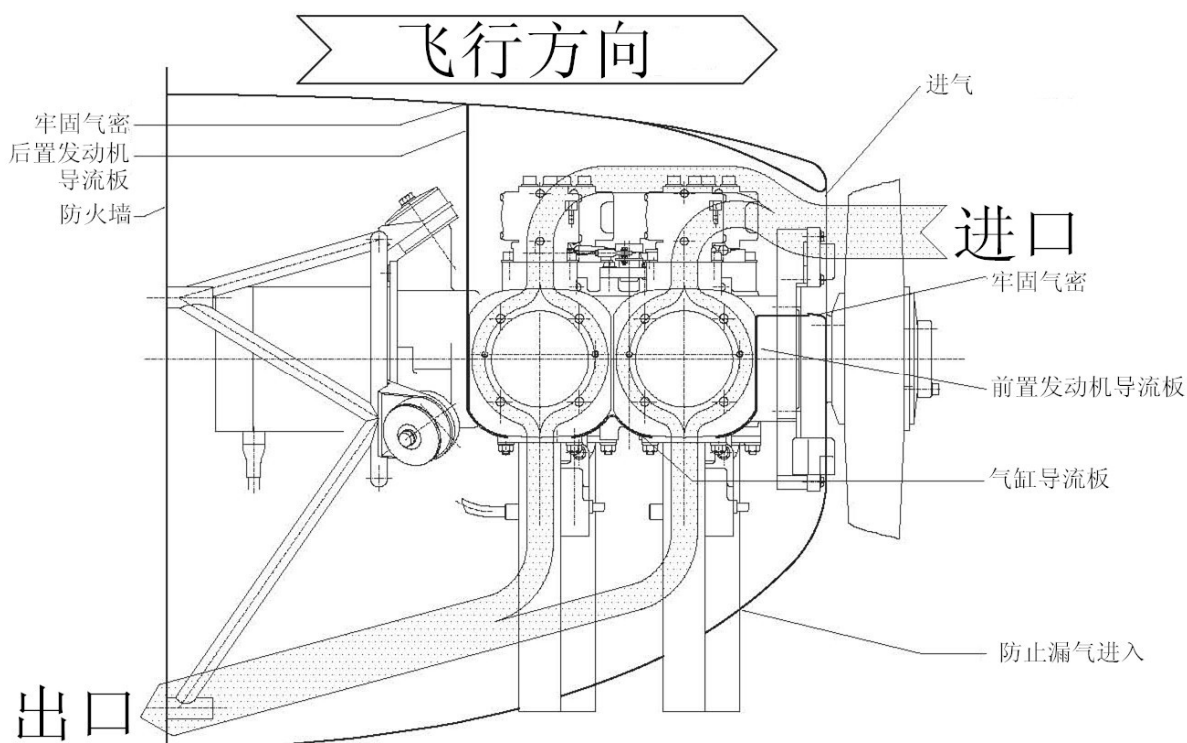


图 6-2 拉式安装（化油器向上）冷却系统布置图

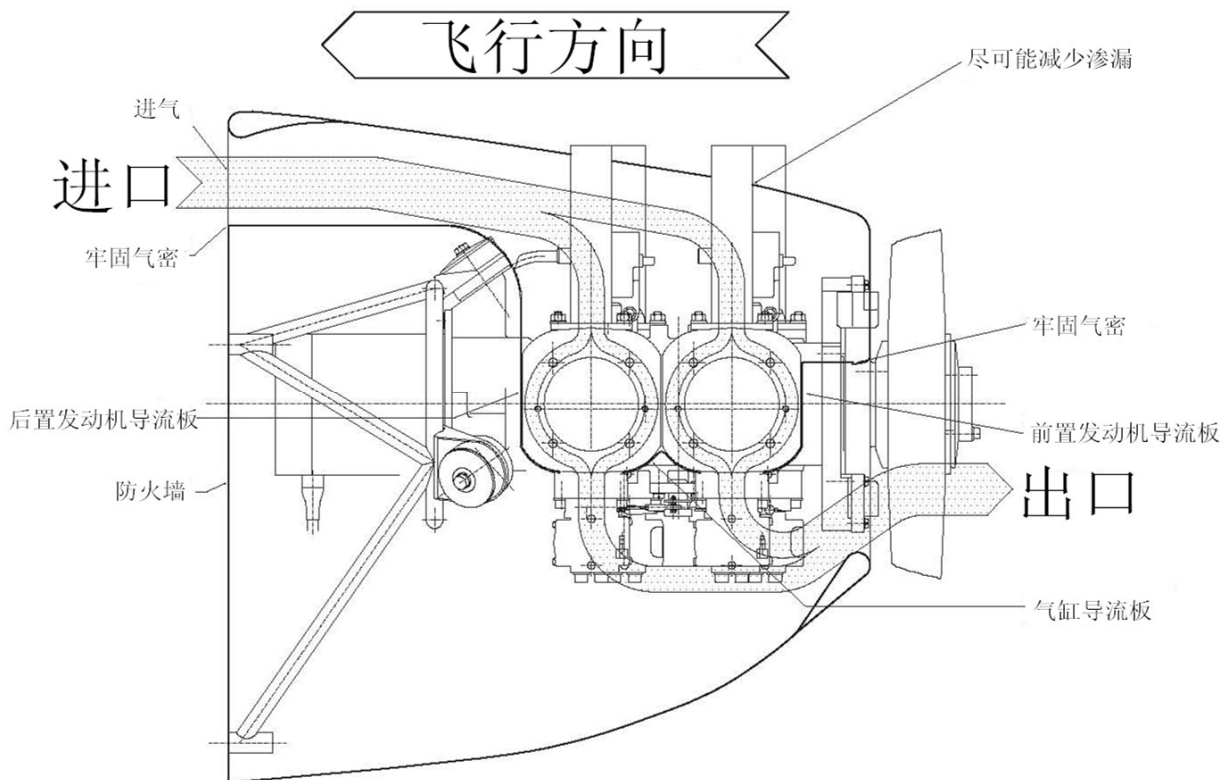


图 6-3 推式安装（化油器向下）冷却系统布置图

进气量必须充足，以便冷却空气无限制流动，出气区域则更为重要。随着空气在发动机散热片间流动，流速减慢，但由于温度升高，体积增大，因此出口区域必须比入口大，以便于空气流出。通常情况下，出口附近环境压力低于入口附近环境压力。增大出口区域有助于“增加”流经冷却系统的空气。首次测试时选择比例为 2:1。

6.2 首选冷却方向

冷却空气必须垂直于发动机轴流动，确保所有气缸都得到冷却。由于从排气侧流入的冷却空气的温差最大，且排气侧散热片区域更大，可以提高冷却效率，因此首选从排气侧流入的冷却空气。

从冷却系统流出的热气可能会被吸入化油器。较高的进气温度，虽然可能导致发动机动力损失，但可能有助于发动机在较低外部温度条件下更为平稳的运行。若功率属于关键参数，应考虑屏蔽暖空气流入化油器。

6.3 气缸周围流量

必须对导流板或侧板进行测试，确保牢固安装于气缸散热片顶部。若散热片顶部和侧板间有空隙，则流动横截面将大于实际所需大小。由此导致空气流速必须更快，方可达到驱动空气流过散热片所需的压降，从而导致阻力增加。

飞机可能减速，导致流量不足。所以必须尽可能利用所有流经散热片的空气。

冷却气流的死角会降低冷却效果，同时减小压降，使流速增加（见图 6-4 和图 6-5）。

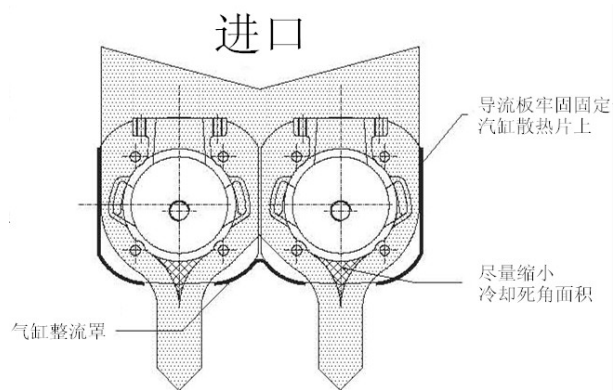


图 6-4 小面积冷却死角

6.4 冷却系统验证

可以在气缸周围放置热电偶，验证冷却系统。根据图 6-6 所示在活塞环上死点位置放置探针，测量所得探针 1 和探针 2，以及探针 3 和探针 4 之间的温差不得超过 25℃（45°F）。从上止点到下止点，探针 2 和探针 3，或探针 1 和探针 4 之间的温差不得超过 35℃（63°F）。

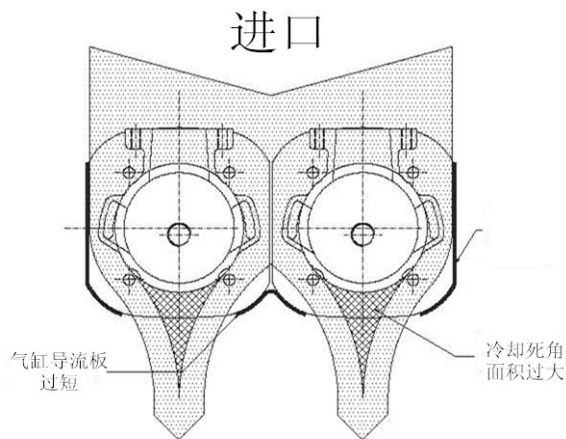


图 6-5 大面积冷却死角

6.5 拉式安装

在拉式螺旋桨配置中，由螺旋桨吹入气缸中的空气被用于冷却发动机。应通过合适的导管将上述气流从排气侧导向化油器侧。

6.6 推式安装

推式螺旋桨配置的要求明显高于拉式配置。进气口不位于螺旋桨尾流中，因此，冷却空气启动时能量较低。必须采取所有必要措施，尽可能利用进气。参考以下方法进行最佳冷却效果的设计：

- 使用管道直接将空气吹向气缸。
- 确保所有散热片均用于散热。
- 防止冷却系统出现渗漏。对穿过冷却导管的所有电线、软管和电缆都使用密封衬垫。
- 扩大出气区域，确保比例超过 2:1。
- 检查进气区域。高迎角飞行（起飞和爬升）可能存在限制条件。
- 检查出气区域。必须测量垂直于流向的实际流动横截面。高迎角飞行可能存在限制条件。在该配置条件下，有冷却效果，但需要工程技术配合。

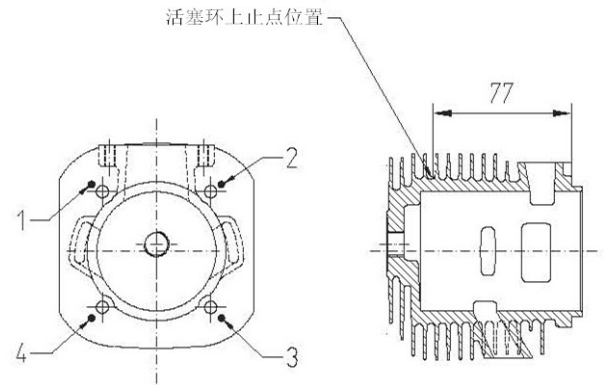


图 6-6 热电偶位置

在任何情况下，尤其是自然风冷情况下，在火花塞孔测量所得的最大气缸头温度不得超过 250℃ (480°F)。此外，各个气缸的气缸头之间温差不得超过 20℃ (36°F)。

化油器进气口附近气压必须均衡，请（书面）联系化油器制造商了解详情。正确化油器校正，请参见操作手册。

7 化油器和燃油系统

7.1 化油器进气口

7.1.1

必须保护化油器进气口，防止水、污垢和异物进入化油器。在发动机周围覆盖发动机罩，避免使用纸屑、泡沫和合成材料的空气过滤器，否则可能导致燃油压力损失较大、发动机动力降低。

7.1.2

必须保证化油器进气口及化油器膜盒周围气压均衡（即气压不得受螺旋桨气流影响）。必要时遮住化油器进气口免受螺旋桨滑流影响。

7.1.3

除非化油器校准已更改，否则配置入口消音器的发动机必须带消音器使用，（书面）咨询发动机供应商或制造商，了解更多详情。标准化油器校准，参见操作手册。

7.1.4

未事先（书面）咨询发动机制造商，不得擅自对化油器和进气系统进行更改。上述声明仅适用于使用原装林巴贺进气化油器和排气系统，且发动机处于良好技术条件下的情况。

因为降低噪音或用于其他原因需要经常性的降低发动机转速（限制油门杆刻度或化油器蝶阀开度）时，用户必须在全油门转速运行条件下进行测试以选择合适的螺旋桨（化油器全开）。

8 燃油系统

8.0.1

化油器通过自带的整合式燃油泵供应燃油。

燃油泵通过从曲轴箱连接到化油器的脉冲导管进行气动工作。若从燃油箱到泵的吸入高度超过 250mm (10in.)，则必须使用一个辅助电动燃油泵。必须对泵进行测试，确保其能正常供给燃油（见第 6.2.7 节）。

8.0.2

辅助燃油泵必须安装于低温位置（不得安装于发动机上）。若有可能，辅助燃油泵应装于燃油箱油面以下位置。必须使用电动燃油泵（最低流速 60 L/h），以确保在各个海拔高度飞行时，均能为发动机提供必要的燃油流量。连接于燃油箱的回油管路有助于供应较低温度的燃油，降低燃油系统出现气阻的可能性。辅助燃油泵压力必须在 0.2bar~0.3bar 之间（3~4.5psi），且在关闭时，仍能允许燃油自由流过。

8.0.3

必须在燃油泵和化油器之间安装一个合适的燃油过滤器（10μm、200ml/min）。燃油箱必须配有一个放水旋塞，用于处理冷凝水。必须在燃油箱内燃油管线上装配一个滤网，该滤网在任何情况下都不得限制燃油正常流动。

8.0.4

燃油管管和脉冲导管必须为同一类型，且符合国家规范要求。最小通道直径为 6mm (0.25in)。

8.0.5

若燃油箱位置高于化油器，为长时间放置及运输过程中保持化油器针阀密封，在燃油箱连接处必须配有一个燃油开关（带过滤器），以便在发动机停止运行时，切断燃油供应。国家规范可能要求，即使燃油箱位于化油器下方，也必须安装一个燃油开关。确保所有燃油开关不得阻碍燃油流动（6mm=0.25in）。

8.0.6

在燃油系统中装入一根透明管，运行一下燃油系统，检查燃油是否可以自由流动。当燃油系统满载运行且环境温度较高时，透过透明管，应仅可观察到少量气泡。连接燃油泵和化油器的燃油管线中的压力最低不低于 0.2 bar，最高不得超过 0.3 bar（3~4.5 psi），以确保充足的燃油供应。

9 点火系统和电气设备

9.0.1

根据手册中的接线图连接电线。在操作发动机前，确保两条点火短路电线与开关连接并且有效。建议使用双极单键开关。

9.0.2

点火和照明电缆避免与气缸或气缸盖接触，以防止电线磨损或触击。切记，在所有电缆穿过冷却导流板或侧板处使用绕性衬垫。

9.1 R. F. I.（无线电射频干扰）抑制

若在特定情况下必须降低无线电干扰等级，或需要使用完全免干扰自由点火装置的，可进行以下更改和/或修改：

9.1.1

使用带屏蔽性能的火花塞保护装置和带屏蔽性能的高压线（标准设备）。

10 排气系统

10.0.1

确保其良好性能，发动机排气系统已调整好，切勿对排气系统进行修改。根据实际安装需要确需修改的，必须重新检查化油器设置。首先，根据标准排气系统检查操作情况；其次，完成修改后，对比性能、耗油量和温度。确保修改前后，上述性能、耗油量和温度无变化。在特定情况下，若您无法同时满足所有条件的，请（书面）联系制造商，获取指导。

警告：

您可能感觉使用修改过的传统排气系统有助于提高发动机功率。对于 DL550E 发动机来说，可能也是如此。但是，伴随着动力的提高，发动机承受的热负载也随着增大，而 DL550E 发动机的设计并未考虑这一情况，因此不建议对排气系统进行调整。

10.0.2

排气管必须通过螺栓紧密连接于发动机上。使用铜质耐热螺母以便于拆装。未妥善安装的排气管将会因为振动很快出现裂缝。

11 减震与减噪

11.0.1

发动机和螺旋桨被称为“噪声制造者”。相比发动机，螺旋桨所制造的噪声更大。除了螺旋桨形状、螺旋桨尖速度以及从发动机到螺旋桨叶片的轴向距离外，发动机支架和机身对噪声级也有很大影响。

11.0.2

发动机噪声可以分为机械噪声、进气噪声和排气噪声三种。未事先（书面）联系发动机制造商，不得对进气、排气系统进行任何修改。发动机和飞机机身间安装的减振装置对飞机噪声和振动都有很大抑制作用。

12 操作限值

转速	见发动机数据
火花塞座温度 (CHT)	250°C (480°F) 5 分钟 230°C (446°F) 连续
2 个气缸间气缸头温度差	20°C (36°F)
排气温度 (EGT)	650°C (1200°F)
2 个气缸间排气温度差	25°C (45°F)
曲轴箱温度	80°C (175°F)
发电机整流二极管温度	110°C (230°F)

13 仪表

13.1 转速表

必须将转速表连接于发动机，以便检查发动机运行转速是否符合要求。根据各个发动机类型的数据表显示，飞机起飞爬升时，发动机油门全开的转速应等于发动机最大功率转速。

13.2 温度

必须在发动机上安装测量传感器，以便检查发动机温度（火花塞座等）。当发动机满载，或在最高可允许的环境温度下运行时，发动机指示温度不得超过限制值。必须在排气管（活塞裙下方约 100mm）安装排气温度传感器，以便检查化油器功能。不论满载运行，或部分负荷运行，发动机温度均不得超过限制值。

13.3 飞行仪表

飞行需要配备以下仪表：

- 转速器
- 气缸盖温度计（安装于温度最高的气缸上）
- 排气温度计

或

- 转速器
- 气缸盖温度计（安装于温度最高的两个气缸上）

14 林巴贺 DL550E 发动机匹配螺旋桨

14.1 简介

应由飞机设计师根据已知工艺、特定转速、发动机性能，以及其他要求（例如，噪声限值）为飞机选择合适的螺旋桨。螺旋桨转速必须与发动机特性相匹配。

14.2 理论基础

14.2.1 螺旋桨匹配：

图 14-1 显示了发动机和螺旋桨之间的相互作用。螺旋桨需要随着转速提高而快速增大的驱动扭矩（理论上，随着第二动力增大而增大）。

发动机输出的扭矩必须高于螺旋桨所损耗的扭矩，方可将螺旋桨加速至特定速度。加速过程中，螺旋桨速度持续增大，直至发动机无法提供比螺旋桨所损耗的扭矩更高的扭矩为止。

在螺旋桨曲线 A 上，“N”点表示油门全开，“R”点表示部分负荷运行（巡航速度）。

根据“A”曲线配置，“N”点以下有超过螺旋桨扭矩损耗的多余发动机扭矩“S”，可以实现螺旋桨操作性能最优化。若螺旋桨尺寸、桨距或减速比不合适，螺旋桨曲线将不利方向移动，导致问题的出现，例如：曲线 B 和曲线 C 表示螺旋桨过大或桨距过高的螺旋桨。螺旋桨损耗的扭矩过大，导致发动机无法达到标定转速。

此外，由于螺旋桨曲线和发动机扭矩曲线过于接近（趋于平行），导致稳定性降低，因此发动机扭矩小幅下降（例如，环境温度较高或空气密度变化时），发动机转速就会从 X 点下降至 Y 点，螺旋桨性能也随之下降。

曲线 D 指的是所消耗扭矩低于所产生扭矩的螺旋桨。若超过允许的最大转速，也将导致性能损失。

14.2.2 变速箱

通过调节齿轮减速比，螺旋桨可与发动机转速范围进行匹配。

螺旋桨曲线 D 需要“更快”的螺旋桨速度（例如， $i=2.3$ 而非 2.5 ）；而螺旋桨曲线 B 需要“更慢”的速度（例如， $i=3$ 而非 $i=2.5$ ）。

14.3 推力

螺旋桨推力是质量空气向后部加速时的反作用力。空气越多，加速度越大，推力就越大。

效率等级越高，螺旋桨气流流速越低，也就是说这需要大量的空气，因此优先考虑大直径螺旋桨。

仅产生静推力是不够的，螺旋桨还必须在更高飞行速度条件下产生推力，而桨距和转速对此来说至关重要。

若桨距低，推力随着速度的减慢而快速减小（螺旋桨 B/C）。由于螺旋桨叶片近乎于在失速条件下工作，因此桨距大，静推力减小（螺旋桨 D）。

14.4 问题

必须遵守基本要求，否则将产生下列问题：

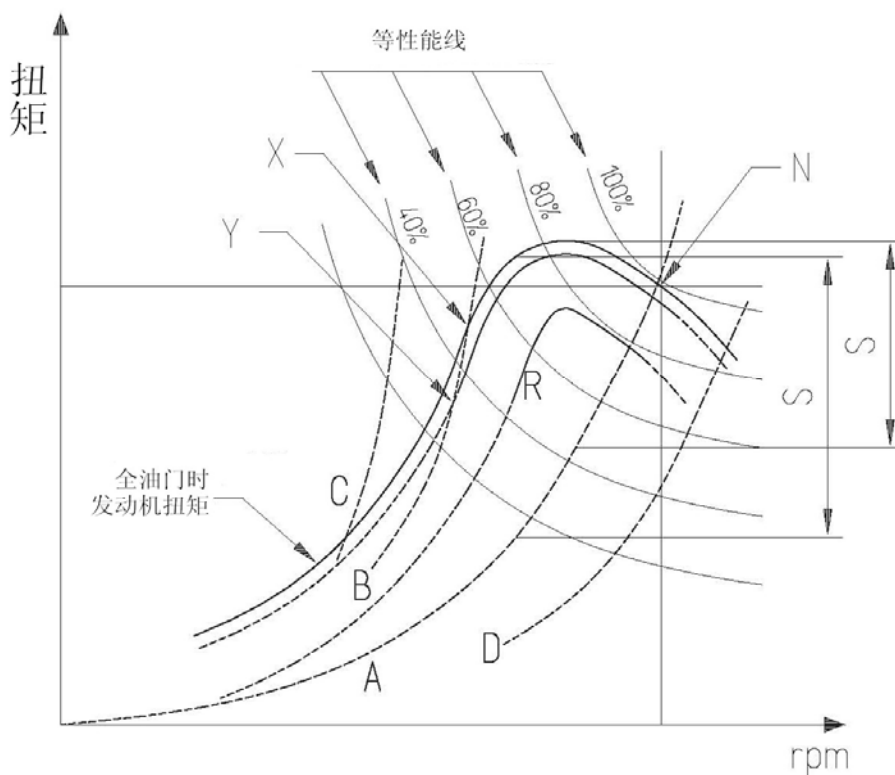
- 发动机无法达到标定转速。

- 发动机短期达到标定转速，但转速很快就下降，导致发动机在低功率低转速条件下运行。
- 无法在特定部分负荷转速条件下维持发动机转速稳定。
- 鉴于发动机性能主要取决于环境温度、气压（空气密度）和发动机状态，经过长时间稳定运行后，发动机仍可能出现上述问题。

上述声明仅适用于使用原装林巴贺化油器和进、排气系统，且发动机处于良好技术条件下的情况。

因为降低噪音或用于其他原因需要经常性的降低发动机转速（限制油门杆刻度或化油器蝶阀开度）时，用户必须在全油门转速运行条件下进行测试以选择合适的螺旋桨（化油器全开）。

14.5 图表



图：14-1 螺旋桨匹配图

螺旋桨必须与发动机匹配！

- N 全油门标定性能
- R 部分负荷标称性能
- S 剩余扭矩
- A 最优螺旋桨匹配时的螺旋桨扭矩曲线
- B/C 螺旋桨过大或螺旋桨桨距过高时的螺旋桨曲线
- D 功耗过低的螺旋桨
- X/Y 螺旋桨不匹配导致转速下降、性能下降

15 发电机系统

15.1 综述

DL550E 发动机可装配简单的 28V/1200W 发电机系统。发电机轴通过弹性联轴器连接于发动机上。用户可自定义发电机外壳和发动机间的结合方式（适配器）。一般来讲，发电机适配器还可用作发动机支架。

15.1.1 发电机冷却

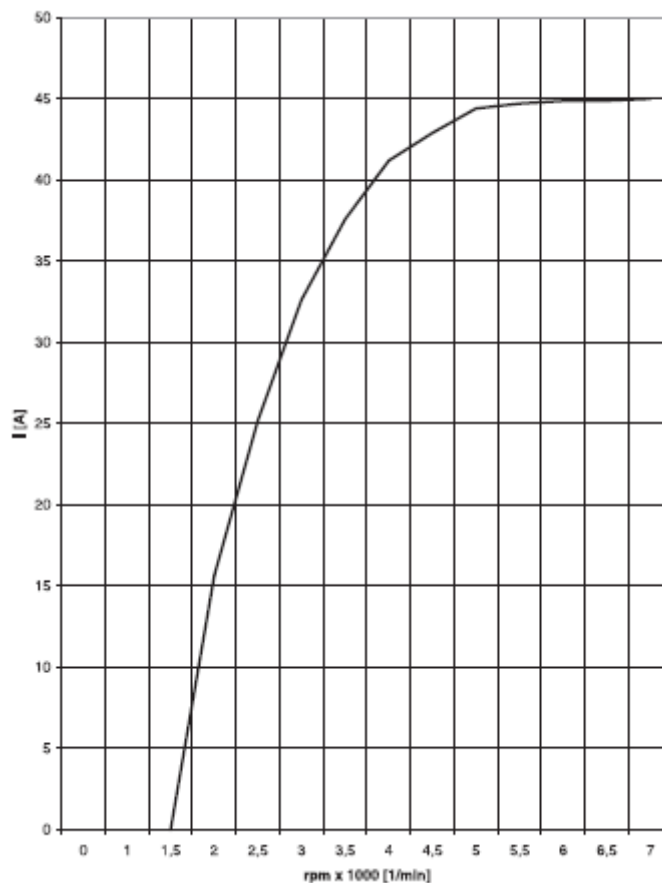
发电机需要通过空气进行冷却。整流器和/或二极管温度不得超过 110°C（230°F）。

15.2 电气特性

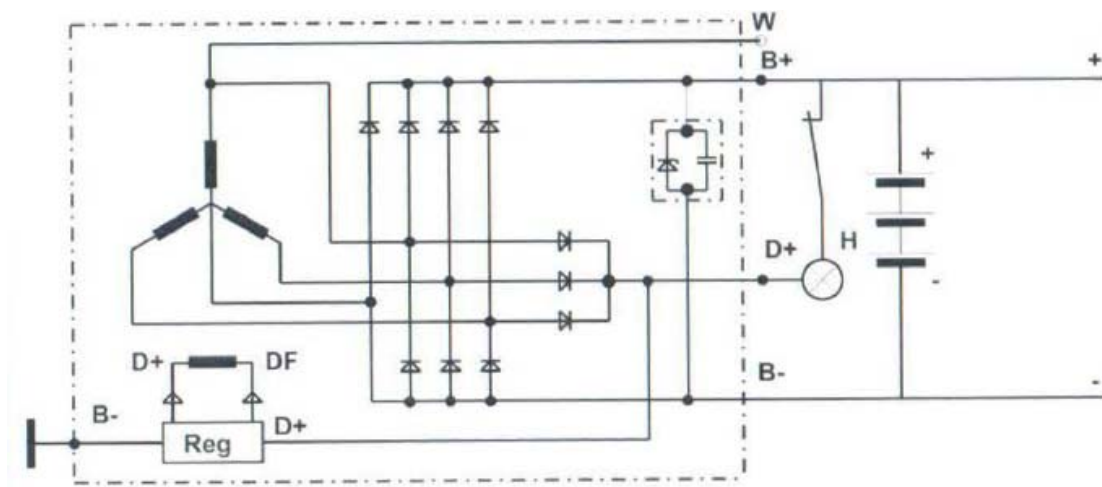
15.2.1 功率图

发电机电流与转速关系曲线

28 V 1200W



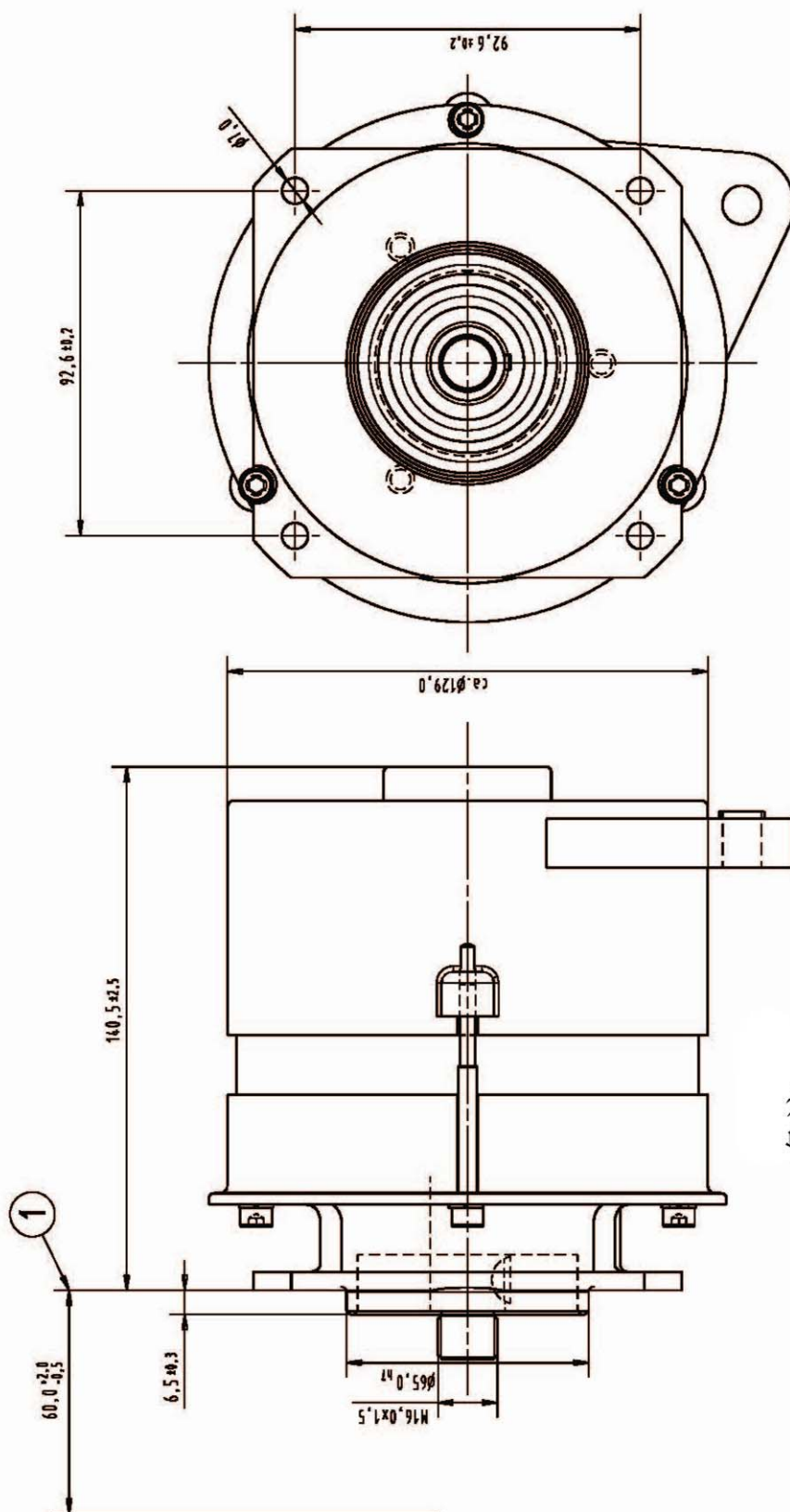
15.2.2 电路图



发电机原理图（标准）

+	线电压
-	接地
B+	发电机+
B-	发电机机壳
D+	发电机+
DF	发电机磁场
H	充电指示灯 12V 2W/24V 3W

15.3 尺寸



备注:
① 距离发动机安装面的距离