

浅谈青藏高原发电车柴油发电机组及附属装置

郭振勇

(铁道部专运处,北京 100022)

摘要: 针对青藏铁路特殊的气候环境特点,在吸取成熟设计及运用经验的基础上,研制了青藏高原发电车柴油发电机组及附属装置。详细介绍了设计策略、柴油机及发电机的选型以及附属系统的设计特点。实际应用表明:所设计的发电车柴油发电机组及附属装置完全能够满足青藏铁路的运用要求。

关键词: 发电车;柴油发电机组;附属系统;设计

中图分类号: U260.4⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2015)06-0022-02

Brief Introduction on the Diesel Gensets and the Accessory Equipments of Tibetan Plateau Generator Trains

Guo Zhenyong

(Special Transportation Department, Ministry of Railways, Beijing 100022)

Abstract: According to the special climatic environment characteristics of Tibetan railway, and based on the mature design and application experience, the diesel gensets and the accessory equipments of Tibetan Plateau generator trains were developed. The design strategy is introduced in detail, as well as the type selection of diesel engines and gensets, and the design features of accessory equipments. Application results show that the diesel gensets and the accessory equipments of generator trains could completely meet the operation requirements for Tibetan railway.

Key words: generator train; diesel genset; accessory equipment; design

0 引言

青藏高原发电车是为青藏铁路高原客车供电的专用发电车。该型号发电车柴油发电机组及附属装置是根据青藏铁路特殊的气候环境特点,在吸取成熟设计及运用经验基础上研制而成的。

1 特殊的运用环境

青藏铁路格尔木-拉萨段线路所经地区海拔高、空气稀薄、气候寒冷、多风沙。

(1) 海拔高度:格拉段海拔高度为2 828~5 072 m,其中海拔高度大于4 000 m的线路占85%。海拔高度最低处为格尔木2 828 m,最高处

为唐古拉山口5 072 m,拉萨站海拔为3 641 m。格拉段海拔高度大于4 000 m线路总长约965 km。

(2) 气温:格拉段的极限气温为-45.2~-35.5℃,年平均气温为-7.8~5.2℃。

(3) 特殊气象:沙尘、风暴、大雪、雷电、冰雹以及风吹雪等复杂气象。

2 高原发电车柴油发电机组及附属装置设计对策

2.1 柴油机选型

在高海拔的青藏高原,由于气压下降、空气稀薄,当柴油机不进行适当调整时,进入气缸的压缩空气量减少,柴油机燃烧热功率下降。为克服传统

收稿日期:2015-03-04

作者简介:郭振勇(1969-),男,工程师,主要研究方向为柴油机运用与维修,E-mail:guozhenyong2008@sina.com。

柴油机的这一缺点，选用了康明斯 QSK45-G6 柴油机。该款柴油机采用了适合高原应用的功率恢复型中冷增压技术，将高原条件下功率损失减少到最低限度，输出功率随海拔高度变化自动调整，以保证在高原条件下仍能正常输出功率。柴油机采用高压喷射、压力控制和喷射率控制的电控燃油喷射系统，根据实际工况自动调节喷油正时和每循环喷油量，氮氧化物、一氧化碳等污染物排放比传统柴油机的降低，具有超载能力强、可靠性好、电子调速及高原恢复性能好等优点。

该柴油机油底壳设有机油预热器，冷却系统设有水加热器，起机前可以利用地面电源对柴油机的机油和冷却液进行预热，改善了柴油机的低温起动性能。

2.2 发电机选型

青藏高原高海拔、低气压的特点对发电机的散热能力有较大影响，因此发电机须选用温升限值高、耐风沙的电机。本车发电机选用利莱森玛 LSA50.1M7 发电机，H 级绝缘，海拔 110 m 及 25℃ 环境下功率为 1 000 kW/1 250 kVA，海拔 5 105 m 及 25℃ 环境下功率为 800 kW/1 250 kVA。在发电机进风口处增加了过滤器（见图 1），在确保发电机正常工作的同时，最大限度地降低了发电机进风中携带的沙尘量。发电机为无刷电机，避免了碳刷带来的不利影响。

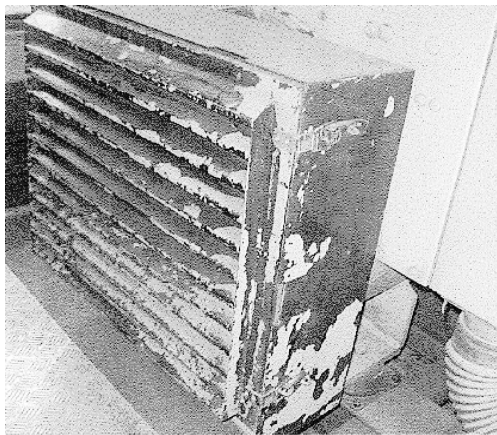


图 1 发电机进风过滤器

2.3 附属冷却系统

高海拔、低气压会导致冷却液沸点降低，柴油机效率下降。针对这一问题，本车附属冷却系统采用加压冷却方式，即在高温水系统膨胀水箱上设置一个最小开启压力为 70kPa 的压力调节阀（见图 2）。青藏铁路沿线最低气压约为 54.4 kPa，这样高温水系统绝对工作压力最小约达 124.4 kPa，冷却液的沸点最小约达 105.8℃，能够满足柴油机的

正常工作要求。冷却风机采用高低速控制技术，保证冷却液始终保持在合适的工作范围内。

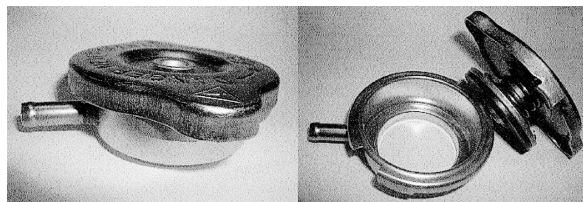


图 2 压力调节阀

2.4 柴油机进气装置

青藏高原多风沙的气候特点，要求柴油机进气装置过滤能力要强。本车柴油机进气装置采用旋风式滤清进气窗及重型空滤器的多重滤清结构。旋风式滤清进气窗可过滤掉柴油机进气中携带的直径较大的沙粒，其主要部件旋风筒的结构及工作原理见图 3。

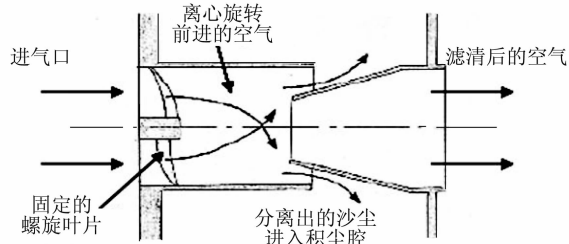


图 3 旋风筒结构及工作原理

重型空滤器可过滤掉柴油机进气中携带的直径微小的沙尘，确保柴油机的进气质量。其工作原理为：内部设有起到预滤作用的旋流片，空气进入重型空滤器后先作高速离心旋转运动，空气中的固体颗粒在离心力的作用下分离出来进入积尘腔，经离心过滤的空气再经过主滤芯及安全滤芯过滤后进入柴油机参与燃烧（见图 4）。重型空滤器容灰量大，可确保发电车长交路正常运行。

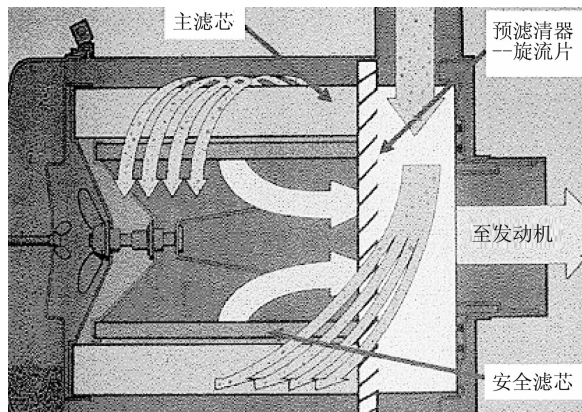


图 4 重型空滤器结构及工作原理

（下转第 50 页）

间所限,安装起来费时、费力,并且螺栓两端没有锁紧孔,安装完成后,槽型螺母无法锁紧,发电机组在运行过程中,槽型螺母有退出风险。为解决此问题,有必要对铰制孔双头螺栓进行改进,其中一端由圆柱形改为六角形,其长度由 14 改为 29,螺栓总长度由 322 改为 337,并在螺栓两端各增加 2 个 $\Phi 7$ 锁紧孔(如图 3 所示),方便用开口销进行锁紧。材料由 35CrMoA 改为专用材料 35CrNi3W,以提高其机械性能。

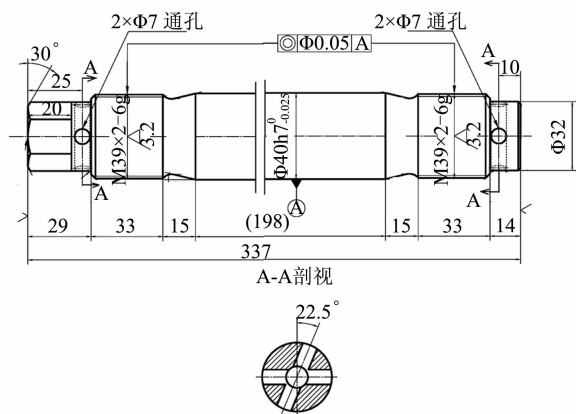


图 3 飞轮与电机铰制孔螺栓

1.7 缸套、活塞

为了提高缸套内表面耐磨性,防止拉缸现象发生,在缸套内表面增加了软氮化要求,缸套内表面

(上接第 23 页)

2.5 附属燃油系统

青藏地区严寒、多风沙的气候特点,要求燃油系统具有较强的耐寒、耐风沙特点。本车燃油系统(图 5)因为柴油机回油温度高,要求散热能力强,所以在燃油回油管路上设置了一台燃油冷却装置,可同时对两台柴油机回油进行冷却。为防止沙尘进入燃油箱,燃油箱通气口采用了防尘结构,可以很好地过滤沙尘。柴油机进油口前设置了油水分离器,起到过滤燃油中的水分及直径大于 $30\ \mu\text{m}$ 的杂质的作用。

3 结束语

青藏高原发电车柴油发电机组及附属装置经过实际运用检验,总体来说是很成功的。虽然其间也发生过一些因为零部件质量造成的运行事故,但经过分析、改进,各系统工作可靠性得到了全面地提高,完全能够满足青藏铁路的运用要求。

粗糙度由 5~10 RZ 改为 3~7 RZ。

活塞由分体式改为整体铸铁活塞,为了防止燃油喷到气缸壁上和活塞顶过热,对 ω 型线进行了优化, ω 型深由 26 mm 增加到 33.5 mm,同时加大了活塞滑油冷却腔面积;为了防止柴油机运动过程中活塞顶与进、排气阀干涉(即顶缸),特意在活塞顶布置了 4 个 0.5 mm 深的避阀坑。

1.8 喷油器、喷油提前角

为了使燃油燃烧得更完全,杜绝冒黑烟现象的发生,将喷孔直径由 0.44 mm 改为 0.46 mm,喷油提前角由 BCTD 9.5° 优化为 BCTD 9° 。

1.9 滑油泵

6DK28e 柴油机机带滑油泵在运行过程中,频繁出现异常噪声,即出现嘭嘭的响声。经拆检分析,原因为:滑油泵安全阀弹簧压力不足,导致安全阀频繁开启所致;为此装配时在弹簧一端增加一个 8 mm 厚的弹簧座,以提高弹簧弹力,另外加大回油孔径,以减小作用在安全阀上的滑油压力。经试验验证,滑油泵异常噪声消失。

2 结 论

以上改进均通过了有关技术部门鉴定和实船验证。至此,6DK28e 柴油机发电机组运行的可靠性、经济性、可操作性都得到很大提高。

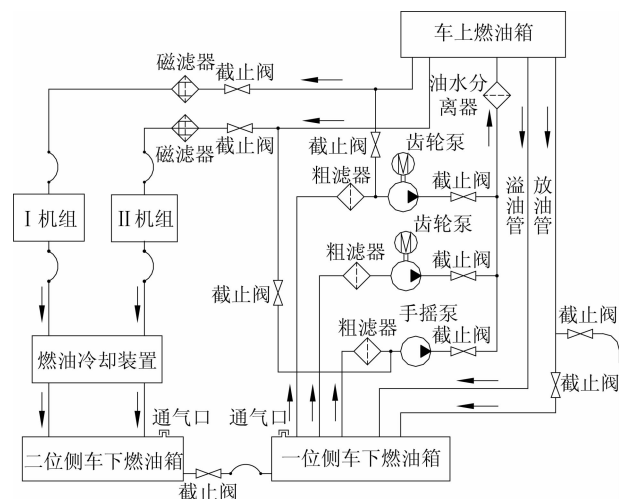


图 5 燃油系统原理图