

文章编号:1671-251X(2016)11-0071-03 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2016.11.017
田军.一种矿用音箱设计方法[J].工矿自动化,2016,42(11):71-73.

一种矿用音箱设计方法

田军

(中煤科工集团重庆研究院有限公司,重庆 400039)

摘要:介绍了一种矿用音箱设计方法。首先,从频率特性、失真度、阻抗3个参数角度介绍了矿用音箱扬声器的选择方法;然后,以均衡的频响为设计目标,对矿用音箱的腔体容积进行了计算;最后,对矿用音箱的尺寸、材料等进行了结构设计。

关键词:矿用音箱;结构设计;扬声器选择

中图分类号:TD67 文献标志码:A 网络出版时间:2016-10-28 16:32

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20161028.1632.017.html>

A design method of mine-used sound box

TIAN Jun

(CCTEG Chongqing Research Institute, Chongqing 400039, China)

Abstract: A design method of mine-used sound box was introduced. A selection method of loudspeaker in mine-used sound box was introduced firstly from aspects of three parameters of frequency characteristics, distortion degree and impedance. Then cavity volume of mine-used sound box was calculated by taking balanced frequency response as a design goal. Finally, structures of size and material of mine-used sound box were designed.

Key words: mine-used sound box; structure design; loudspeaker selection

0 引言

矿用音箱在煤矿井下被广泛应用。目前市场上的矿用音箱在进行设计时,只是将电信号转换成了声信号,并未在音腔设计上有所考究,导致音箱发出的声音比较沉闷,有杂音,尤其是播放广播音乐时,音质效果差。针对该问题,本文介绍了一种矿用音箱设计方法,旨在开发一款既能保证煤矿安全生产,又能保证音质的矿用音箱。

1 扬声器选择

扬声器的选择是音箱设计成功与否的关键。扬声器的频率特性、失真度、阻抗这3个特性参数对音箱的音质影响较大。

1.1 频率特性

扬声器的频率特性是一条输出声压随频率变化的频率响应(简称频响)曲线。扬声器的频响曲线在某频段越平坦,说明频率失真越小,有效频率范围越宽,扬声器音质越好。一般扬声器的频率范围为20~20 000 Hz。人耳听感最敏感的频率范围为300~1 200 Hz。因此,选择一款300~1 200 Hz频段频响曲线平坦的扬声器,是音箱设计的一个要点。如图1所示,该扬声器在200~5 000 Hz频段频响曲线平坦,对应声压级波动范围为70~90 dB,说明该频段的音质较其他频段好。

频响下限称为扬声器的谐振频率^[1],是决定扬声器低频特性的重要参数。

1.2 失真度

收稿日期:2016-06-30;修回日期:2016-09-25;责任编辑:李明。

基金项目:中煤科工集团重庆研究院有限公司自立重点科研项目(2015ZDXM01)。

作者简介:田军(1984—),男,贵州黄平人,工程师,硕士,主要从事煤矿监控技术及仪器仪表研究工作,E-mail:tj2436645@163.com。

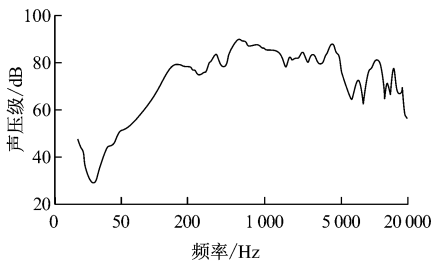


图 1 某扬声器频响曲线

失真度通常以百分数表示,其随频率的增大而减小。百分数值越小,表示失真度越小,扬声器品质越高。人耳一般对 5% 以内声波失真不敏感。如图 2 所示,该扬声器频率大于 200 Hz 时,失真度均小于 5%,且失真度曲线比较平坦,说明在该频率范围内,扬声器的音质较好。

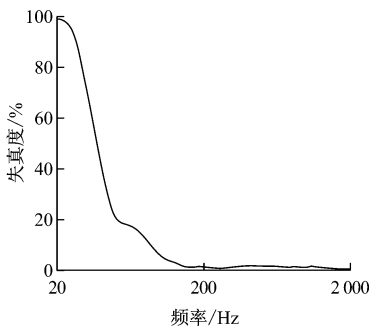


图 2 某扬声器失真度曲线

1.3 阻抗

阻抗表示扬声器输入信号的电压和电流的比值。在功放和输出功率完全相同的情况下,使用低阻抗的音箱一般能获得很大的输出功率。可选择阻抗较低的扬声器进行音箱设计。但太低的阻抗值可能造成欠阻尼甚至低音劣化等问题。因此,选择常用值 8 Ω 阻抗来设计矿用音箱。

根据以上分析,可选择一款阻抗低、频响曲线平坦、失真度曲线平坦的扬声器作为矿用音箱设计的基础。

2 音箱腔体容积计算

煤矿井下复杂多变,灰尘及水汽多,因此,矿用音箱一般设计为封闭式结构^[2]。

设计封闭式矿用音箱首先需知扬声器的谐振频率 f_0 、总品质因数^[3] Q_{ts} 、等效容积 V_{eq} 等参数。根据传统音箱设计经验,当 f_0 与 Q_{ts} 的比值为 40~80 时,能够制作出音质较好的封闭式音箱。传统封闭式音箱均采用低品质因数的平直频响设计,封闭式

音箱总品质因数 Q_B 常取 0.7 甚至 0.5。若以音箱达到均衡的频响为设计目标, Q_B 值应不小于 0.7, 因此建议 Q_B 取 0.7~1.3, 这样既能保证充沛的低音,又可得到均衡的频响。

封闭式音箱的频响主要由音箱谐振频率 f_B 与 Q_B 决定,而 f_B 与 Q_B 取决于扬声器参数和箱体容积。设音箱的声顺比为 α ,箱体净容积为 V_B ,根据传统音箱设计方法,有

$$V_B = \frac{V_{eq}}{\alpha} \tag{1}$$

$$\alpha = \left(\frac{Q_B}{Q_{ts}} \right)^2 - 1 \tag{2}$$

$$V_B = \frac{V_{eq}}{\alpha} \tag{3}$$

$$f_B = f_0 \sqrt{\alpha + 1} \tag{4}$$

根据音箱的设计目标,选定 Q_B , 即可得到 α , V_B , f_B 。

根据以上分析,选用一款阻抗为 8 Ω、口径为 133 mm 的扬声器作为矿用音箱设计的基础,其参数:扬声器外径为 116 mm,高度为 67 mm,扬声器磁铁直径为 78 mm, $f_0=55$ Hz, $Q_{ts}=0.68$, $V_{eq}=5.5$ L, $f_0/Q_{ts}=80$, 适合制作封闭式音箱。

采用不同的 Q_B 值,由式(2)一式(4)分别得到 α , V_B , f_B , 结果见表 1。

表 1 不同 Q_B 计算得到的音箱参数

Q_B	α	V_B/L	f_B/Hz
0.7	0.060	91.7	56.6
1	1.163	4.7	80
1.1	1.617	3.4	89
1.2	2.114	2.6	97
1.31	2.711	2	106

由表 1 可知,当 $Q_B=0.7$ 时, $V_B=91.7$ L, 不符合矿用音箱的结构设计尺寸要求;当 $Q_B=1$ 时, $V_B=4.7$ L, $f_B=80$ Hz, 满足封闭式音箱设计要求。设计音箱总容积时,除 V_B 外,还需考虑其他零件占容的影响,如扬声器体积等。根据扬声器尺寸参数(约为 0.5 L),计算得音箱的总容积 $V=5.2$ L。

3 音箱结构设计

确定音箱的总容积后,即可计算出音箱的结构尺寸。计算时需保证音箱面板宽度足以安装扬声器的口径,同时使音箱形状符合修长的体形^[4-5]。由于

是矿用产品,还需考虑电路板的安装结构、电缆引入结构等。综合以上因素,将音箱腔体设计为宽210 mm、高180 mm、深140 mm的封闭式结构,加上电路板的安装结构尺寸,整个矿用音箱的结构尺寸设计为宽210 mm、高290 mm、深165 mm,如图3所示。

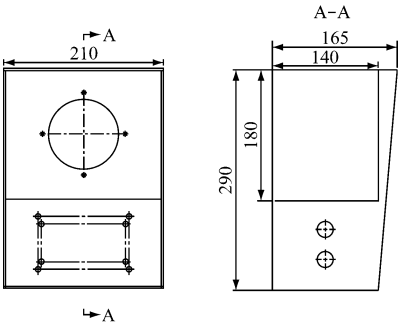


图3 矿用音箱结构尺寸示意

由于矿用产品的特殊使用环境,为避免发生煤矿事故,采用2 mm厚的冷轧钢板(Q235A)作为矿用音箱制作材料。

为减小封闭式音箱内声波的能量及驻波的影响,音箱内需填充一定的吸音材料。吸音材料的厚度需经过试验方可确定,一般不少于10 mm。本文

设计的矿用音箱的吸音材料为10 mm厚玻璃棉。

4 结语

针对目前矿用音箱在设计时未考究音腔大小而导致音质不佳等问题,以音箱达到均衡的频响为设计目标,通过选取合理的音箱总品质因数 Q_B 对音箱容积进行计算,设计出了音质较好的音箱结构,改善了井下广播系统的品质。

参考文献:

[1] 张学斌. 一种二频封闭音箱的设计[J]. 商洛师范专科学校学报,1994,9(2):71-73.

[2] 张荣辉. 一种适用于教学的封闭式音箱的设计原理[J]. 昭乌达蒙族师专学报,2003,24(5):31-32.

[3] 王以真,沈伟星. 音箱研讨[J]. 电声技术,2006(12):22-26.

[4] 黄倩,黄友胜. 嵌入式矿用广播终端的设计[J]. 煤矿安全,2012(2):79-81.

[5] 徐直. 矿用本安产品结构设计要求[J]. 煤矿机械,2013,34(11):16-18.