

۱۳۷۴۸۴۲

شماره ۵۵

اصول وزن و تعادل در هواپیما

PRINCIPLES of AIRCRAFT WEIGHT & BALANCE

سرتیپ^۲ خلبان دکتر نیک بخش حبیبی

زمستان ۱۳۹۴



سرشناسه	:	حییبی، نیک بخش، ۱۳۴۴-
عنوان و نام پدیدآور	:	اصول وزن و تعادل در هوایما/ نیک بخش حییبی
مشخصات نشر	:	تهران: نیروی هوایی، مرکز انتشارات راهبردی، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	:	۲۴۶ص: جدول، نمودار.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۹۴۹۳۴-۶-۳
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
موضوع	:	هوایما- وزن
موضوع	:	هوایما- تنظیم سطوح و قطعات متحرک
موضوع	:	پایداری هوایما
شناسه افزوده	:	ایران. ارتش. نیروی هوایی. مرکز انتشارات راهبردی
رده بندی کتبه	:	۱۳۹۴ الف ۶ ح ۲/ ۶۷۱/ ۲ TL
رده بندی دیویی	:	۶۲۹/ ۱۳۲۵۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۹۰۳۶۷۴

مؤلف: نیک بخش حییبی

ویرایش تخصصی: مهران صادقی موحد

طرح روی جلد: علیرضا عشقی فکور

صفحه آرایی: علیرضا عشقی فکور، حسین فاتح، معین حبیبی، سینا حیدری

مدیریت چاپ و نشر: علیرضا سمواتی

ناشر: مرکز انتشارات راهبردی هوایی

قیمت: ۲۴۰۰۰۰ ریال

مرکز پخش: تهران خیابان پیروزی، جنب ستاد فرماندهی نیروی هوایی، مرکز انتشارات راهبردی

تلفن - ۳۳۳۳۴۰۴۰

نوبت چاپ: اول

نوبت چاپ: اول



مرکز انتشارات راهبردی نیروی هوایی در راستای اولویت بخشی به امر توسعه آموزش و همگامی با تحولات جدی در عرصه علوم و تخصص های هوانوردی تلاش کرده با تدوین کتب هوانوردی گام های اساسی را در راه توسعه این دانش مهم بردارد.

کتاب حاضر از معدود کتابهای تخصصی موجود در کشور که با دقت و توجه خاصی در مبحث اصول وزن و تعادل یا **Weight & Balance** توسط یکی از اساتید امیر سرتیپ^۲ خلبان دکتر نیک بخش حبیبی که طی سالها حضور فعال در مراکز آموزش رزم هوایی، دانشگاه رازی و مرکز آموزش خلبانان آزمایشی ایران به امر تدریس مشغول بوده، به رشته تحریر درآمده به گونه ای که تلاش شده تا این کتاب پاسخگویی کلیه سوالات و ابهامات کلیه دانشجویان هوانوردی به ویژه خلبانی و هوافضا باشد.

تدوین و تألیف کتاب فوق به زبان انگلیسی به این دلیل است که موضوع وزن و تعادل در کلیه مراکز آموزش هوانوردی با مآخذهای با زبان انگلیسی ارائه می شود و همینطور امتحانات و آزمایشات دریافت نامه های خلبانی و حتی مهندسی پروازی به صورت انگلیسی برگزار می گردد که این امر خود انگیزه رجوع به این کتاب و مطالعه آن را بیش از پیش خواهد کرد. اینکه مولف چقدر ترستسته در امر انتقال مفاهیم وزن و تعادل در هواپیما موفق باشد به نظر شما خواننده و تأثیر این کتاب در برآورده شدن نیازهای علمی و آموزشی دانشجویان در این موضوع بستگی تام دارد.

مرکز مطالعات راهبردی نیروی هوایی سپاسگزار کلا اساتید، صاحب نظران، دانشجویان هوانوردی و هوافضا با پشتوانه علمی لازم خواهد بود. با ارایه نقطه نظرات و انتقادات خود در جهت غنای بیشتر و بهتر این کتاب گام بردارند. این مرکز آماده دریافت پیشنهادات کلیه علاقمندانی است که مایلند چاپ آینده این کتاب با تأثیر پذیری از اندیشه های آنان از اعتبار بیشتری برخوردار شود.

مرکز مطالعات راهبردی نیروی هوایی ا.ج.ا

Introduction

The weight of a loaded airplane and the distribution of the load within the airplane are of vital importance to the all pilots especially who take the command of an aircraft to get him or herself and accompanied passenger and also the aircraft safely to a destination.

If the airplane is improperly loaded, the negative effects of this loading can be slower cruising speeds, poor landing characteristics, and possible dangerous situations at low landing or takeoff speeds.

A properly loaded airplane provides for more efficient and more economical operations and enhances safety.

In some situations, the pilot may not be directly responsible for the actual loading of the airplane; however, he is always responsible for the safety of the flight. Because of the pilot's responsibility to authorities and to his crew and passengers, he must be acquainted with the principals of weight and balance.

This manual outlines and defines the requirements, procedures, and responsibilities for weight and balance control of aircraft. Information and explanation of principles, terms, and definitions are presented to provide weight and balance personnel with a general information manual pertinent to their particular function.

This handbook begins with the basic principle of aircraft weight and balance control, emphasizing its importance and including examples of documentation furnished by the aircraft manufacturer to ensure the aircraft weight and balance records contain the proper data.

Procedures for the preparation and the actual weighing of an

aircraft are described, as are the methods of determining the location of the empty-weight center of gravity (EWCG) relative to both the datum and the mean aerodynamic chord (MAC). Loading computations for general aviation aircraft are discussed, using both loading graphs and tables of weight and moment indexes.

Information is included that allows an Aviation Maintenance Technician (AMT) to determine the weight and center of gravity (CG) changes caused by repairs and alterations. This includes instructions for conducting adverse-loaded CG checks, also explaining the way to determine the amount and location of ballast needed to bring the CG within allowable limits.

Weight and balance control for large aircraft is discussed, including cargo management, takeoff and landing conditions. The unique requirements for helicopter weight and balance control are discussed, including the determination of lateral CG and the way both lateral and longitudinal CG change as fuel is consumed.

A chapter is included giving the methods of aircraft weighing and examples of solving weight and balance problems or reviewing the questions. Terminology and Appendixes for more information were added also.

The author will be so pleased and sincerely thankful for any advices and amendments items which can be given by respected ones for future and next publishing.

Nikbakhsh Habibi

Air Force Strategic Study Center - 1394

Acknowledgements

I would especially like to thank my nice family which her assistance and encouragement brought the work to completion. My thanks go, too, to my colleagues in flight academy and Air force Strategic Publishing Center who provided a great deal of help in the preparation and publication of this book.

www.ketab.ir

TABLE OF CONTENTS

Chapter One: Introduction To Weight & Balance	1
General	2
Importance of Weight.....	3
Importance of Balance.....	9
Effects of Weight And Balance.....	15
Weight And Balance And Flight Performance.....	17
Effects of Load On Flight Performance	18
Effects of Load On Stability And Controllability	20
Effect of Load On Airplane Structure	27
Effects of improper Loading	28
Effects of overload	30
Take Off	31
Climb Out.....	31
Cruise Flight.....	31
Stall.....	32
Effects of Loading forward of The CG Limit	33
Takeoff	33
Cruise.....	34
Landing.....	34
Effects of aft Loading.....	35
Takeoff	35
Cruise.....	36
Landing.....	36
Advantages of Proper Loading.....	36
Management of Weight And Balance Control	37
Weight And Balance Restrictions	39
Overweight Operations.....	40
Chapter Two: Fundamental Concepts	43
Introduction	44
Gravity, Weight, Mass And Balance.....	44
The Work Equation And Law of The Lever	48
Moment of A Force And Equilibrium.....	51
Moment Analysis	54
Center of Gravity.....	57
Lateral CG And Vertical CG.....	59
Location of The CG.....	61
Practical CG of An Airplane	63
Center-of-Gravity Range And Limits.....	64

Mean Aerodynamic Chord	66
The Datum Line.....	68
Load Factors Versus Gravity Force.....	72
Helicopter Weight And Balance.....	73
Balance	74
CG Ahead of Forward Limit	76
CG Behind of Aft Limit	77
Weight And Balance Information	78
Typical Helicopter CG Envelopes.....	80
Summary	80
Chapter Three: Weight & Balance Computation.....	83
Purpose	84
Loading Principles.....	84
(Mean Aerodynamic Chord Computation (Percent Mac)	86
Use of Algebraic Signs.....	92
Balancing Forces And Moments	93
Center of Gravity (CG) Loading Calculations	96
Lateral CG And Vertical CG.....	96
Most Forward And Most Aft CG Calculations	97
Takeoff Gross Weight Condition	97
Landing Gear Extensions	97
Personnel Movement.....	98
Corrections	98
Computing CG Location	99
Computing EWCG For A Conventional Airplane	102
Computations With A Negative Arm	115
Computations With Zero Fuel Weight	116
Ballast Equation	117
Weight Shifting	119
Shift Equation.....	120
Weight Addition Or Removal	124
Determining Loaded Weight And Center of Gravity Methods.....	128
Computational Method.....	129
Graph Method.....	130
Table Method	133
Spreadsheet Method	135
Computer Software Method	137
Weight And Balance Calculation Sample:	140
Helicopter Weight And Balance Computation.....	145
Sample Problem -1:.....	146

Sample Problem -2	149
Floor Load Limit	153
Pallet Loading Problems	155
Gear And Flap Retraction Allowances	158
Payload Computation	163
Chapter Four: Weighing Aircraft	165
Weighing Instructions	167
Preparation For Weighing	169
Weighing Methods	173
Manual Weight And Balance Charts And Forms	179
Chapter Five: Weight & Balance Reviewing Questions	199
Chapter Six: Terminology	221
Appendixes	235
References	244

www.ketab.ir