

· 现代物理学新书 ·

现代时空论

第二册

稳态时空结构分析

许少雄 著



香港三味出版社

04

234/2

现代时空论

第二册

稳态时空结构分析

许少雄 著

香港三味出版社

书 名:现代时空论 第二册
(英文名)
作 者:许少雄
电 脑 排 版:何汝妍
责 任 编 辑:
封 面 题 签:
插 面:
出 版:香港三味出版社
香港新界大埔大埔中心 23 座 4 楼 D 室
商业注册号:15731646-000-05-92-0
版 次:1992 年 11 月第 1 版
1992 年 11 月第 1 次印刷
开 本:850×1168 1/32 印张:11.75 字数:315000
书 号:ISBN 962-519-411-2
售 价:¥8.50 元

版权所有,不准以任何方式,在世界任何地区,以中文或任何文字翻印、仿制或转载本书面版和文字之一部分或全部。



作者介绍

许少雄，一九五三年生，一九七一年高中毕业，回乡务农，一九七四年至一九七六年在广东冶金工业学校读书（机电专业），一九七六年底分配到五华县白石嶂铅矿工作，一九七九年至一九八三年在广东工学院读书（自动控制专业），毕业后回铅矿，任助理工程师，曾负责铅矿变电站供配电网络及线路设计施工部分工作，一九八六年受聘于广东省沙角“B”发电厂工作。

从一九七六年开始自学数学，物理十多年，致力于新的物理理论的建立，探索自然界的真理，为此而博览数学，量子物理，天体物理，生物学，控制理论和宗教哲学群书。在近代物理学的基础上，提出新的物理思想，供科学界完善和修正。

内 容 简 介

《现代时空论》分为七大部分，计划分成七册出版。

第一册是：《高维时空流形、度规与虚实能宇宙观》

第二册是：《稳态时空结构分析》

第三册是：《时空拓扑学》

第四册是：《动态时空结构分析和超越复变函数》

第五册是：《现代时空论光学和量子学说》

第六册是：《现代时空论电动力学和宇宙学》

第七册是：《时空演化论和宇宙物质统一场论》

第二册内容包括：建立宇宙标架丛和能量丛以及 n 维世界空间，建立空时矢量和度规的不同概念，深入分析空时张量丛空间分析空时流形的曲率张量、挠率张量和仿射联络，建立拓扑时空初始概念，建立稳态时空结构方程，对广义相对论的完善和修正，对狭义相对论度规转换因子的修正，求出圆碟形飞行器自旋、他旋空时普适数理论解，建立李群空时结构，以及建立正、反物质世界复能量坐标系。

前 言

《现代时空论》，是现代物理学的主要组成部分。本世纪初叶，爱因斯坦和玻尔等科学家创立了近代物理学的二大支柱，相对论和量子力学。几十年来，众多的科学家在近代物理学上作出辉煌的成就。《现代时空论》，是在近代物理学的基础上发展起来，提出新的物理思想，构造出新的物理框架。

笔者认为，爱因斯坦把宇宙看成静态均匀的四维时空，那仅是对时空的初步认识，爱氏的相对论是描述静态、孤立、均匀分布的时空；爱氏没有建立高维动态时空流形的物理概念，没有分析时空流形的物理特性和时空结构的演变。《现代时空论》的观点是，宇宙是由各种不同维度的空时结构组成的，高维空时流形的实质是复能量流。宇宙的演变是复能量张量丛空间的演化。笔者继承前代科学大师的科学理论，将运动、能量和空时结构联系起来，开拓新的物理理论，提出新的时空学说和量子学说，建立现代物理学的基本框架，现代物理学的理论，一旦破土萌芽，将引起新兴的科学革命和科学思潮。

爱因斯坦是伟大的科学巨匠。他摒弃了牛顿的绝对空间和绝对时间的框架，将空时结合起来，建立四维时空学说。爱氏的《狭义相对论》和《广义相对论》是人类认识史上的里程碑。即使新的科学理论、新的物理思想已经萌芽，已经建立，爱氏在人类认识史上的位置是不容否定的。他对后一代科学家的启示，对物理学的发展，其贡献是重大的，是永不磨灭的。

历史在前进，人类文明在发展。现代科学技术的新发现、新探索，提出了前人莫立的古典理论未能解决的新问题。作为一个现代人，一个现代的科学工作者，我们能坐待新理论“从天而降”吗？本书探讨的现代时空理论刚刚萌芽。现代科学各学科的新理论，如新的光学学说，生命信息场与物世界的关系，还待有志者努力创建。笔者不付冒昧提供多年研究的一得，希望本书所

阐述的新思想、新观点能引起科学界的争鸣和进一步的探索。笔者单刀匹马，自知力量微薄，但仍愿竭尽所能在科学巨阵面前奋攻击取，以期促进新科学文明的诞生。

科学理论的建立，反映了人类认识宇宙、认识自然进入新的层次。常言说，历史文明的发展，就象一条奔腾不息的长河，那么，谁能确切地预见，遥远将来的人类文明呢？从宇宙演化史的角度来看，地球文明的产生仅是一瞬间。从“黄帝纪元”在公元前 2699 年开始，至今不不到五千年时光，可是星球的年龄是几十亿年，宇宙的年龄是几百亿年，这是以地球上的空时度规为基准所计量的。假如在遥远的星球，有一个智慧文明的星球，其文明比地球早产生一百万年，一百万年文明史与五千年文明史相比，地球文明是显得多么幼稚啊！这说明人类探索宇宙，探索真理的长期性、丰富性和艰巨性。人类的未来，在广阔无垠的宇宙中漫游，进入那虚能的世界，时间度规的巨大相差，生命寿命的延长……一切宛如文学家笔下描绘的，有如美丽的梦幻，如诗似画，如仙似道，充满着浪漫主义的色彩。

探索科学真理，是人生的义务和使命。本书内容的准确性有待更多的科学发现来证明，但笔者秉着一颗炽热之心，为追求真理而努力。青窗寒影孜孜不倦，诚感到生命之充实，生活之可爱和大自然的和谐。

本书完稿后，曾于 1991 年底得蒙广东工学院周镇宏、许守泽老师和汕头大学物理系有关教授阅看，谨表谢意。

许少雄

1991 年 12 月 6 日

概 论

《现代时空论》第一册《高维空时流形、度规与虚实能宇宙观》建立了空时流形的物理概念和基础理论，同时也对自旋、他旋（绕他旋转）、引力三种空时流形作了初步分析，但是上文未能系统地叙述有关的数学知识，将数学分析结合到空时流形中去，故未能对空时流形的微分结构、曲率、挠率、仿射连络和映射特性一一分析论述。第二册将在第一册的基础上，完成这方面的部分论述。

《现代时空论》第一册，叙述了空时流形、度规的基本概念和原理，并且提出在本时空结构内，以本时空的空时度规度量，光速不变，而以不同空时结构的度规度量，光速相对改变，对《狭义相对论》二个基本原理进行肯定和否定。本册分别论述引力、自旋、他旋三种空时流形的引力势和建立自旋、他旋空时流形中的短程线方程，对《广义相对论》进行完善和补充，对爱因斯坦的引力红移，光线偏折的理论值进行修正，对水星近日点进动进行讨论，本册还建立复、虚、实三种空时流形和张量丛空间模型。运用李群论对空时结构进行分析，建立李群空时结构方程。并对空时复流形深入分析。所以说，《现代时空论》第一、二册继承了《狭义相对论》、《广义相对论》的科学理论体系，对前代科学大师的理论，扬弃、吸收、完善、发展。现代时空论是现代物理学的理论体系，当然，《现代时空论》本身也有缺陷。她问世后，希望得到众多科学家和科学工作者的批评和指正。

目 录

第一章：宇宙标架丛、能量丛和动态世界矩阵	(1)
1-1 宇宙多层复合标架丛与 n 维世界空间.....	(1)
1-2 宇宙的创生与毁灭，标架丛的增殖与消亡.....	(5)
1-3 复能量标架丛与复能矢的微商和积分.....	(10)
1-4 宇宙的生亡与复能量丛矩阵的演变.....	(17)
第二章 空时矢量与空时度规的不同概念	(20)
2-1 三种坐标系的物理内涵.....	(20)
2-2 Σ 时矢量坐标系与空时度规坐标系的区别.....	(24)
2-3 空时矢量单位与空时强度单位.....	(27)
第三章 拓扑时空宇航原理和时光旅行初步理论	(32)
3-1 时空结构、复能量流结构的本性.....	(32)
3-2 拓扑时空宇航原理.....	(35)
3-3 等位能宇航和入虚、出虚的时光旅行.....	(37)
3-4 空时拓扑学基本定义和概念.....	(39)
第四章 空时流形、空时结构中的数学概念和物理模型 ...	(45)
4-1 空时实、虚流形同胚映射与世界图过去、现在、 将来的映射.....	(45)
4-2 空时流形微分结构.....	(50)
4-3 空时流形切空间和余切空间.....	(54)
4-4 子流形.....	(60)
4-5 Lie 导数和外微分在空时流形中的应用.....	(69)
第五章 复、虚、实多重线性函数空间	(79)
5-1 虚、实张量积空间.....	(79)
5-2 空时度规张量积模型.....	(85)
5-3 复、虚、实张量丛空间和不同形式的张量丛组合	(89)
5-4 张量丛空间及其对偶空间的几何意义和基底分析	(93)

5-5	外代数与空间流形反对称张量丛空间	(97)
5-6	外微分式在空时流形上的积分	(101)
5-7	Stokes 公式	(107)
5-8	引力空时流形纤维丛空间的初步分析	(115)
第六章	空时流形上的仿射连络和结构方程	(124)
6-1	矢量丛上的连络	(124)
6-2	空时流形仿射连络	(139)
6-3	跨星系宇航运动方程 (变空时结构、度规的测地线方程)	(145)
6-4	空时流形上的曲率张量和挠率张量	(151)
6-5	空时流形度规标架丛上的连络	(157)
6-6	空时结构方程分析	(169)
第七章	静态引力空时黎曼流形结构分析	(176)
7-1	复、虚、实黎曼流形及其基本原理	(176)
7-2	空时黎曼流形测地线法和引力空时结构方程	(188)
7-3	空时黎曼流形截面曲率	(199)
7-4	空时黎曼流形 Gauss-Bonnet 定理	(207)
7-5	引力空时黎曼流形的完全性	(218)
第八章	现代时空论对广义相对论的完善和修正	(221)
8-1	几种空时流形的短程线方程	(222)
8-2	空时流形短程线方程与 Newton 运动方程	(226)
8-3	对广义相对论引力红移的修正	(233)
8-4	空时流形中的电动力学	(240)
8-5	空时流形中的各向度规	(241)
8-6	Schwarzschild 解和自旋、他旋空时流形度规的解	(245)
8-7	行星轨道方程和水星近日点进动的讨论	(249)
8-8	对广义相对论弯曲空时光线偏折的修正	(256)
8-9	太阳的自旋、他旋空时流形普适数和引力普适数	(261)
8-10	物质的微观、宏观运动与空时度规的变化	(263)
第九章	相对论度规转换因子的修正和自旋、他旋空时普适数的理论解	(266)

9-1	对狭义相对论度规转换因子的修正	(266)
9-2	圆碟形飞行器自旋空时流形普适数理解	(272)
9-3	圆碟形飞行器他旋空时流形普适数理解	(277)
9-4	引力、自旋、他旋空时度规转换因子的综合	(282)
第十章 李群在空时流形的应用 (285)		
10-1	复、虚、实李群概念和李群空时结构	(285)
10-2	李群空时结构方程	(290)
10-3	李群空时结构变换	(297)
10-4	李群空时结构活动标加法	(309)
10-5	空时流形曲面论	(322)
10-6	引力空时黎曼曲面上的无数脐点——引力子	(330)
第十一章 空时复流形和正反物质世界复矢量空间 (334)		
11-1	空时复流形	(335)
11-2	空时矢量空间复结构	(339)
11-3	空时近复流形	(344)
11-4	空时结构中的环、体概念	(348)
11-5	空时复矢量丛上的联络	(353)
11-6	匀加速空时系统——Hermite 结构	(358)
11-7	匀速自旋空时系统——kahler 结构	(362)
11-8	物质世界与反物质世界的复矢量空间和正反光子流	(364)
参考文献 (369)		
后记 (370)		

第一章 宇宙标架丛能量丛 和动态世界矩阵

前文初步建立宇宙标架丛的概念。用多层次坐标系描述星系，星球周围的空时流形和运动状态。本章继续深入讨论宇宙空时标架丛的变化状况，用世界大矩阵来描述多层次空时流形覆盖的空间，并建立动态变化矩阵和能量坐标系的数学模型和物理概念。

《线性代数》中的 n 维空间， n 维矩阵，实际上是时空结构，复能量流结构的描述，以往的物理思想、物理概念未形成，只是把它当作一种数学上的抽象空间，抽象模型，新的物理思想一旦产生，从近代物理学的基础跃入现代物理学的门槛，物理学上的发展，原来静态的矩阵模型已不是描述宇宙时空的动态变化，必须建立动态矩阵模型，原来统一空时度规度量的空间坐标系，空时坐标系，已不足描述多种时空结构，多种度规的大幅度的时空状态，必须从空时和物质的本原——复能量流结构变化方面考虑，建立虚、实能量坐标系，空时复平面，能量微商，能量区间积分等新的数学模型和物理概念。

本章只是从概念上和模型上叙述，未作深入运算。

1-1 宇宙多层复合标架丛与 n 维世界空间

笛卡儿坐标系是用来描述质点的运动状态，古典力学和近代物理学，主要是采用笛卡儿坐标系描述地面上的质点运动和物质运动，它仅是应用于局部狭小的空间范围内对于低速运动，单一三维空间坐标系已足够矣！相对论的创立，四维空时坐标系的出

现使人们对空间和时间有整体的认识，描述事件的发生状态，是用四维空间坐标进行描述，从光锥上可分析过去、现在、将来的事件状态，这是物理学上的一次重大的科学革命。但是相对论只建立静态时空理论，它仅适用于局部静态的时空。现代时空论建立了动态空时流形的物理概念。从运动体（自旋球）各轴向的速度不同，推论其各轴向的空时度规相对不同而建立六维，十二维和 n 维的空时坐标系。这是坐标系的演化过程。即：三维空间坐标系——四维空时坐标系——高维空时坐标系。

自然科学的发展，使到人类的活动范围将不再局限在地球上，探索宇宙，跨越星系。了解自然，要求创立新的科学理论学说，研究范围从局部移向整体。研究整个宇宙的多层次复合运动的宇宙的演化过程。单一坐标系已不不够矣！研究这种多层次复合运动引起的空时流形，必须建立多层复合坐标系，（标架丛），即大坐标系包含中坐标系，中坐标系包含小坐标系，而每层次的坐标系不只是一个，而是一丛丛组成。这就是大丛复盖中层，中层复盖小丛，这样整个宇宙的运动，可以看成一簇簇标架丛在运动。稳态宇宙，是一簇自旋的标架丛，动态膨胀宇宙，是一簇自旋和直线加速度复合运动的标架丛（涡旋和抛射运动）。多层次标架丛的建立，为分析天体运动创造新的数学工具。

前部分已对多层标架丛略有叙述，本文多次提及多层次空时矢量空间， n 维矢量空间，多层复能量矢量，是来自多层次复合运动的空时系统。因此，在本文开关再次详述多层次空时坐标系。给读者一个清晰的物理概念，以便更好地理解下文。

把整宇宙各级星系、星球的转动看成一级级的转盘，大转盘包含小转盘如果每一级的转盘。建立一个标架（高维空时坐标系），宇宙整体的运动是一族标架丛的运动，设某个行星的自旋标架为 $k_1(x_1, y_1, z_1, t_1, t_{y_1}, t_{z_1})$ ，小星系的自旋标架为 $k_2(x_2, y_2, z_2, t_{z_2}, t_{y_2}, t_{x_2}) \dots\dots$ ，整个宇宙的自旋膨胀运动为 $k_n(x_n, y_n, z_n, t_{z_n}, t_{y_n}, t_{x_n})$ 。研究宇宙整体多层次复合运动的空时流形，可对多层次标架中的空时点进行分析，也就是说，它是数学中常见的 n 维

矢量空间，这里称为 n 维空时矢量。以往数学上的 n 维空间仅是一个抽象的数学概念，实际上它是人们尚未认识它，了解它的物理模型。设某个空时点 p 在星球自旋坐标第 k_1 中的空时矢量为 $(x_{1p}, y_{2p}, z_{1p}, t_{x1p}, t_{y1p}, t_{z1p})$ ，在小星系自旋坐标系 k_2 中的空时矢量为 $(x_{2p}, y_{2p}, z_{2p}, t_{x2p}, t_{y2p}, t_{z2p})$ ……在宇宙整体的自旋抛射运动坐标系 k_n 中的空时矢量为 $(x_{np}, y_{np}, z_{np}, t_{xnp}, t_{ynp}, t_{znp})$ 。写成矩阵形式（通式不写 p 点）

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_n \\ y_1 & y_2 & \cdots & y_n \\ z_1 & z_2 & \cdots & z_n \\ t_{x1} & t_{x2} & \cdots & t_{xn} \\ t_{y1} & t_{y2} & \cdots & t_{yn} \\ t_{z1} & t_{z2} & \cdots & t_{zn} \end{bmatrix} \quad (1-1-1)$$

由于空时图为世界图，空时线为世界线，以上 n 维空时矢量空间称为 n 维世界空间。也称为世界矩阵或宇宙矩阵。

按传统线性代数的写法，将矩阵中的单位矢量提取出来，即：

$$x = x_1 e_1 + x_2 e_2 + \cdots + x_n e_n;$$

$$y = y_1 e_1 + y_2 e_2 + \cdots + y_n e_n$$

$$\begin{array}{ccc} \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \end{array}$$

$$t_z = t_{z1} e_1 + t_{z2} e_2 + \cdots + t_{zn} e_n$$

则以上矩阵写为

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_n \\ y_1 & y_2 & \cdots & y_n \\ z_1 & z_2 & \cdots & z_n \\ t_{x1} & t_{x2} & \cdots & t_{xm} \\ t_{y1} & t_{y2} & \cdots & t_{yn} \\ t_{z1} & t_{z2} & \cdots & t_{zm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ e_n \end{bmatrix} \quad (1-1-2)$$

如果每一级星球、星系的自旋运动，不是匀速稳态的运动，而是作加速度变加速……以至存在 n 阶导数的运动，这是动态宇宙和激变宇宙，即星球与星系处于毁灭与形成的状态。即 (1-1-1) 式中的 X_1 不只是一个矢量分量，而是一个 n 维矢量分量的组合， $y_1 \cdots t_{z1}$

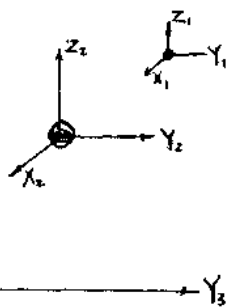
也同理，以 k_1 坐标系的空时点的激变状态为例：

$$\begin{aligned} x_1 &= (x_1^{(1)} x_1^{(2)} \cdots x_1^{(n)}) \\ &= \left(\frac{dx_1}{dt_{x_1}} \quad \frac{d^2 x_1}{dt_{x_1}^2} \cdots \frac{d^n x_1}{dt_{x_1}^n} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{x_1} &= (t_{x_1}^{(1)} t_{x_1}^{(2)} \cdots t_{x_1}^{(n)}) \\ &= \left(\frac{dt_{x_1}}{dt_{x_1}} \quad \frac{d^2 t_{x_1}}{dt_{x_1}^2} \cdots \frac{d^n t_{x_1}}{dt_{x_1}^n} \right) \end{aligned}$$

$y_1 \quad t_{y_1} \quad z_1 \quad t_{z_1}$ 同理写成矩阵形式

n 层次标架丛
(只画出三维坐标系)



$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ t_{x_1} \\ t_{y_1} \\ t_{z_1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & \dots & x_1^{(n_1)} \\ y_1^{(1)} & y_1^{(2)} & \dots & y_1^{(n_1)} \\ z_1^{(1)} & z_1^{(2)} & \dots & z_1^{(n_1)} \\ t_{x_1}^{(1)} & t_{x_1}^{(2)} & \dots & t_{x_1}^{(n_1)} \\ t_{y_1}^{(1)} & t_{y_1}^{(2)} & \dots & t_{y_1}^{(n_1)} \\ t_{z_1}^{(1)} & t_{z_1}^{(2)} & \dots & t_{z_1}^{(n_1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{dx_1}{d\tau_{x_1}} & \frac{d^2x_1}{d\tau_{x_1}^2} & \dots & \frac{d^{n_1}x_1}{d\tau_{x_1}^{n_1}} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \frac{dt_{x_1}}{d\tau_{x_1}} & \frac{d^2t_{x_1}}{d\tau_{x_1}^2} & \dots & \frac{d^{n_1}t_{x_1}}{d\tau_{x_1}^{n_1}} \end{bmatrix} \quad (1-1-3)$$

这样的—个矩阵模型是空时流形激变状态的模型，它仅是描述单一空时坐标系中的空时流形的 n 维激变状态，实际上它是描述星球的毁灭与诞生。称为复能量流 n_1 维激变状态空间，它与 (1-1-1) 式的 n 层坐标系的 n 维世界空间含义不同 (1-1-3) 式是描述了单层坐标系激发态，(1-1-1) 式是描述多层坐标系稳定态。

1-2 宇宙的创生与毁灭，

标架丛的增殖与消亡

上节的 (1-1-1) 矩阵式是描述多层次坐标系形成的 n 维空时世界空间，(1-1-3) 式是描述单层坐标系的空时流形在激变状态下的 n_1 维空时矢量空间，事实上这种存在 n_1 阶导数的剧烈运动状态。宇宙的形成和毁灭是 n 层次星球，星系的创生或塌缩与消亡，而描述星球、星系的运动状态是用坐标系来描述，即用多层次标架丛描述。那么宇宙的形成，天体的膨胀。星球的诞生，可看成标架丛的增殖。宇宙的塌缩，星球、星系塌缩成黑洞，是标架丛的消亡，缩聚。黑洞的蒸发。宇宙的灭亡，剩下轻子云的死寂的宇宙，宏观星球物质消亡了。标架丛也全都死亡了。

设宇宙共有 n_0 个行星球，每个行星建立一个标架 (空时坐标

系) 则共有 k_{n1} 个, 设宇宙共有 n_{12} 个小星系, 即 k_{122} 个小星系标架, …… , 宇宙整体运动是个大标架 k_{11} , 则宇宙整体多层复合运动可用一个大矩阵表示

$$\begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \cdots & k_{1j} \\ k_{21} & k_{22} & \cdots & \\ \cdot & \cdot & \cdot & \\ \cdot & k_{i22} & & \\ \cdot & & & \\ k_{n1} & & & 0 \end{bmatrix} \quad (1-2-1)$$

这个大矩阵称为宇宙大矩阵, 其中每一个 k , 都是一个空时坐标系, 将所有的坐标系排成矩阵, 称为宇宙标架丛大矩阵, 这个宇宙大矩阵可以描述静态宇宙, 稳态宇宙, 动态宇宙和激变宇宙各种模型, 对应于每一种宇宙状态, 大矩阵中每一个坐标系 k 都有不同的形式, 以稳态宇宙为例, 在稳态宇宙中, 星球、星系近似匀速自旋, (局部中子星、黑洞天体除外, 局部黑洞天体可用局部标架丛矩阵表示) 以其中 k_{11} 为例, k_{11} 中描述一个稳态自旋的行星的空时坐标系, 它也处于小星系、大星系……多层复合转动的标架之中, 为多层次空时流形所复盖, 它的形式如同 (1-1-1) 式

$$k_{11} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_n \\ y_1 & y_2 & \cdots & y_n \\ z_1 & z_2 & \cdots & z_n \\ t_{x1} & t_{x2} & \cdots & t_{xm} \\ t_{y1} & t_{y2} & \cdots & t_{yn} \\ t_{z1} & t_{z2} & \cdots & t_{zm} \end{bmatrix} \quad (1-2-2)$$

一个行星周围的空时流形由引力空时流形和自旋, 他旋空时流形所组成, 即一个空时矢量分量是由引力空时流形分量和自旋、