

订阅DeepL Pro以编辑此文档。  
访问www.DeepL.com/Pro，了解更多信息。



物理列表指南

***10.6版***

**Geant4合作**

**Rev4.1 - 2020年8月11日**

# 目 录：

1. [物理列表指南](#_bookmark0) 3
2. [参考物理列表](#_bookmark1) 7
   1. [FTFP\_BERT](#_bookmark2) 7
   2. [QBBC](#_bookmark3) 10
   3. [QGSP\_BERT](#_bookmark4) 12
   4. [QGSP\_BIC](#_bookmark5) 15
   5. [屏蔽](#_bookmark6) 17
3. [电磁物理构造师](#_bookmark7) 21
   1. [EM物理构造器](#_bookmark8) 21
   2. [EMOpt0](#_bookmark9) 22
   3. [EMOpt1](#_bookmark10) 22
   4. [EMOpt2](#_bookmark11) 23
   5. [EMOpt3](#_bookmark12) 24
   6. [EMOpt4](#_bookmark13) 25
   7. [EMLiv](#_bookmark14) 25
   8. [EM笔](#_bookmark15) 26
   9. [EMGS](#_bookmark16) 26
   10. [EMLE](#_bookmark17) 26
   11. [EMWVI](#_bookmark18) 26
   12. [EMSS](#_bookmark19) 27
   13. [EMDNA](#_bookmark20) 27
   14. [按构造者分类的表格](#_bookmark21) 27
   15. [按颗粒排列的表格](#_bookmark22) 55
4. [本文件的状况](#_bookmark23) 59

[参考书目](#_bookmark24) 61

### i

**本手册的范围**

本指南是对物理学列表类的描述，该类是GEANT4应用程序的强制用户类之一。这里主要描述了源代码中包含的"参考"物理列表，以及模块化和电子选项。这里还介绍了一些使用案例和应用领域。

**章节**

# 一

**物理学清单指南**

物理学列表是GEANT4工具包的三个强制性用户类之一。在这个类中，所有GEANT4粒子及其交互过程都应该被实例化。这个类应该继承自基类G4VUserPhysicsList，并且应该交给G4RunManager。

G4MTRunManager\* runManager = **new** G4MTRunManager; runManager-> SetUserInitialization(physicsList);

这里physicsList是一个指向用户定义类的指针。最初[[eal03](#_bookmark26)]，人们建议用户在GEANT4示例应用中基于PhysicsList的变体创建自定义类。在第一个GEANT4正式发布后，引入了参考物理列表的概念[[eal06](#_bookmark25)]。一开始，默认的GEANT4物理列表是QGSP\_BERT[[eal09](#_bookmark29)]。从GEANT4的10.0版本开始，默认的物理列表变成了FTFP\_BERT[[eal16](#_bookmark27)]。使用参考物理列表的主要优势是在GEANT4测试、GEANT4示例和用户应用中，物理对象实例化的通用方法。GEANT4开发人员开发和验证这些物理学配置，任何用户或用户组都可以在他们的GEANT4应用中重现相同的物理学。GEANT4开发人员建立了各种测试和基准，在制作新的公开版本之前，这些测试和基准用于GEANT4工具包的验证和确认。用户可以在不同的设置中比较相同条件下获得的结果。

参考物理学列表的数量并不多，因为在工具包应用中，有许多可供选择的物理学模型，用于模拟非常不同的问题。参考物理学列表可以在GEANT4 physics\_list子库中找到。所有这些类都继承自虚拟接口G4VModularPhysicsList（它是基类G4VUserPhysicsList的扩展）。模块化设计的优势在于不同的GEANT4工作组对模块的维护，对特定模块的独立开发，在参考物理学列表和用户自定义物理学列表中组合各种模块的可能性（遵循G4VPhysicsConstructor接口）。有以下几种类型的模块。

* 电磁物理学。
* 额外的物理过程为伽马和轻子。
* 衰减。
* 强子弹性。
* 强子无弹性。
* 停止颗粒捕捉过程；
* 离子核相互作用。
* 阶梯限制器。
* 其他。

最后一类可以包括任何类型的物理过程，例如，光学、异国物理、热神经传输模型等。用户可以使用G4VModularPhysicsList类的以下接口自定义参考物理学列表。

* void RegisterPhysics(G4VPhysicsConstructor\*)。
* void ReplacePhysics(G4VPhysicsConstructor\*)。
* void RemovePhysics(G4VPhysicsConstructor\*)。

以下参考物理学列表可在physics\_lists子库中找到。

* [*FTFP\_BERT*](#_bookmark2)
* FTFP\_BERT\_ATL
* FTFP\_BERT\_HP
* FTFP\_BERT\_TRV
* FTFP\_INCLXX
* FTFQGSP\_BERT
* FTF\_BIC
* [*QBBC*](#_bookmark3)
* [*QGSP\_BERT*](#_bookmark4)
* QGSP\_BERT\_HP
* [*QGSP\_BIC*](#_bookmark5)
* QGSP\_BIC\_AllHP
* QGSP\_BIC\_HP
* QGSP\_FTFP\_BERT
* QGSP\_INCLXX
* QGS\_BIC
* [*屏蔽*](#_bookmark6)
* 屏蔽贷款
* LBE
* NuBeam

这些物理列表类可以直接包含在用户代码中。也可以使用帮助类G4PhysListFactory来实例化参考物理列表。在GEANT4的扩展示例中展示了这个帮助类的不同用法。

* geant4/examples/extended/hadronic/Hadr00.cc - 用于多线程模式。
* geant4/examples/extended/hadronic/Hadr01.cc - 用于顺序模式。

在使用这个辅助类的情况下，确实存在一种额外的可能性，即通过简单地在物理学列表名称中添加扩展名来扩展电磁物理学配置，例如FTFP\_BERT\_EMZ意味着，默认的电磁物理学被提供最精确的电磁物理学模拟的配置所取代（详见[*电磁物理学构造器*](#_bookmark8)）。以下是可用的扩展名。

* EMV [*EM Opt1*](#_bookmark10)不太精确，但使用了一套更快的电磁物理学。也就是所谓的电磁网选项1。
* EMX [*EM Opt2*](#_bookmark11)不那么精确，但更快的一组电磁物理学被使用。也就是所谓的电磁网选项2。
* EMY [*EM Opt3*](#_bookmark12)它使用了一套精确模拟伽马和带电粒子传输的电磁过程。只有Urban多重散射模型被用于所有带电粒子和所有能量。也就是电磁选项3，详细的物理学导致执行时间比标准包长。
* EMZ [*EM Opt4*](#_bookmark13)是从低能量和标准包中选出的最佳电磁物理模型集。由于其专注于最好的物理学，电磁选项4比标准电磁包慢。
* LIV [*EM Liv*](#_bookmark14)是在电磁选项3的基础上，用标准模型代替Livermore模型集中的伽马和电子。
* PEN [*EM*](#_bookmark15)笔是在电磁选项3的基础上，将Penelope-2008模型集中的伽马、电子、正电子的标准模型替换成的。
* \_GS [*EM GS*](#_bookmark16)是在默认电磁构型的基础上，用Goudsmit-Saunderson模型代替Urban多散射模型对电子和正电子进行的。
* \_LE [*EM LE*](#_bookmark17)是在默认的电磁配置基础上，用LowEWentzelVI模型代替Urban多散射模型对电子和正电子进行处理。同时，使用5D伽马转换模型和Lindhard-Sorensent模型进行离子电离。
* WVI [*EMWVI*](#_bookmark18)是在默认的电磁配置基础上，用WentzelVI模型和ATIMA离子电离模型替代Urban多散射模型对电子和正电子进行的。
* \_SS [*EM SS*](#_bookmark19)是在默认的电磁配置之上，通过将所有的多散射模型替换为单散射模型而制成的。

**章节**

# 二

**参考物理学清单**

详细说明GEANT4工具包源树中包含的关键参考物理学清单。这里从清单中的组成部分和可能的用例和应用领域的角度对各种清单进行了不完全的选择。

# FTFP\_BERT

这是当前GEANT4的默认值[[eal16](#_bookmark27)]。

* + 1. **正电子元件**

该物理学清单中的纯超声部分包括弹性、非弹性、捕获和裂变过程。每一个过程都是由一组截面组和相互作用模型建立起来的，这些模型提供了详细的物理学实施。

**弹性模型**

The inelastic hadron-nucleus processes are implemented by the Fritiof parton 模型(FTF)，Bertini and Precompound models. The Bertini intranuclear cascade is 负责

Λ*,* Σ+*, Σ-,* Σ0*, Ξ-,* Ξ0和Ω*-*在0到6GeV之间相互作用。 该

FTF模型可以处理这些相同的粒子，但范围在3GeV到100TeV之间。它还处理0至100TeV/n的反质子、反中子、反氘子、反氚子、反3He、反阿尔法和反超子。

当Bertini和FTF在粒子类型和能量范围上有重叠时，Bertini被调用的概率从1.0线性下降到0.0，FTF被调用的概率是互补的。

当使用FTF模型时，也会调用预复合模型(P)，在初始高能相互作用后 残核进行去激。预复合模型又根据需要调用费米分解、中子和轻离子蒸发和光子蒸发模型。当使用贝尔蒂尼模型时，则会调用其自身的更简单的预复合模型和去激发模型。

所有入射A的非弹性核-核散射由0至6GeV/n的二元轻离子级联(BIC)和3GeV/n至100TeV/n的FTF模型处理。在重叠能量区选择模型的方案与FTFP和BERT相同。

伽马的强子相互作用由光核过程处理，其中低于6GeV的伽马使用Bertini级联相互作用，高于3GeV的伽马使用夸克-胶子串（QGS）模型。缪子、电子和正电子也通过虚拟光子的转移进行相互作用。这些相互作用由G4MuonVDNuclearModel和G4ElectroVDNuclearModel处理，它们适用于所有能量。

**弹性截面**

质子采用G4BGGNucleonInelasticXS，中子采用G4NeutronInelasticXS，离子采用G4BGGPionInelasticXS。在这些截面中，91GeV以下采用巴拉申科夫参数化，91GeV以上采用Glauber-Gribov。

对于ka子、超子和反超子，在所有能量下都使用Glauber-Gribov集（G4ComponentGGHadronNucleusXsc）。

在所有射弹能量下，所有的核-核子截面都由G4ComponentGGNuclNuclXsc提供。该类是Glauber-Gribov核-核子截面参数化。当弹丸是反质子、反中子、反氘子、反三子、反3He或反阿尔法时，G4ComponentAntiNuclNuclearXS类使用Glauber-Gribov参数化提供截面。

强子伽马相互作用截面由G4PhotoNuclearCrossSection提供，它用于所有伽马能量。G4ElectroNuclearCrossSection用于所有能量的*↪Ll\_1D452↩*+和*↪Ll\_1D452↩-*，而G4KokoulinMuonNuclearXS用于所有能量的*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*。

**弹性模型**

质子和中子的弹性散射使用G4ChipsElasticModel从0到100TeV。该模型使用Kossov参数化截面。

对于几乎所有其他的哈德隆，G4HadronElastic模型被用于部分或全部的能量范围。这个模型是一个从旧的Gheisha代码更新而来的双指数动量传递模型。在所有的能量范围内，它都被用于高子、超子、氘子、三子、3He、阿尔法和反中子。

弹性*↪Ll\_1D70B↩*+和*↪Ll\_1D70B↩-*散射由G4ElasticHadrNucleusHE相干散射模型实现，适用于所有能量。

对于反质子、反中子、反氘子、反三子、反三氦和反阿尔法，G4HadronElastic用于0至100MeV/n。超过100MeV/n的这些粒子由G4AntiNuclElastic模型处理。

目前还没有针对*𝐴>4*的核弹丸的弹性散射模型*。*

**弹性截面**

G4BGGN核子弹性XS用于质子，G4NeutronElasticXS用于中子，G4BGGPionElasticXS用于π- ons。在这些截面中，91GeV以下使用Barashenkov参数化，91GeV以上使用Glauber-Gribov。

对于ka子、超子、反超子和轻离子，采用G4ComponentGGNuclNuclXsc弹性截面。

anti-p、anti-d、anti-t、anti-3He和anti-alpha在所有能量下都使用G4ComponentAntiNuclNuclearXS中的Glauber模型截面。

*𝐴>4*的弹丸没有弹性截面*。*

**捕获和停止**

中子俘获使用G4NeutronRadCapture模型和G4NeutronCaptureXS截面。沐子俘获或静止时的衰变由G4MuonMinusCapture过程处理。

负离子和高子的捕获一旦停止，由BertiniCaptureAtRest模型处理，该模型使用Bertini级联。反p、反d、反t、反3He、反alpha的捕获由FritiofCapture- AtRest模型处理，该模型使用Fritiof字符串模型。

## 电磁元件

这个物理学列表使用"标准的"GEANT4电磁物理学，由G4EmStandardPhysics构造函数建立。它是为*↪Ll\_1D6FE↩、↪Ll\_1D452↩-、↪Ll\_1D452↩*+*、↪Ll\_1D707↩-、↪Ll\_1D707↩*+*、↪Ll\_1D70F↩-、↪Ll\_1D70F↩*+以及所有稳定的带电强子/离子*而*实现的（详见[*电磁物理构造函数*](#_bookmark8)）。

在这个物理列表中没有对光学光子的处理，光学物理应该添加在任何参考或用户自定义物理之上。

## 衰变成分

所有长寿命的哈德隆和轻子的衰变都由G4Decay过程处理。它并不处理像deltas这样的强子共振的衰变，后者应该在强子模型中衰变，以及像D和B介子或魅力超子这样的重口味粒子。

## 中子跟踪切割

如果中子的能量低于能量削减值（默认为零）或高于时间削减值（默认为10微秒），中子可能会被杀死。这些削减可以通过用户界面命令进行修改。

## 推荐使用案例

FTFP\_BERT被推荐用于对撞机物理学应用。它通常与测试束热量计数据产生最佳的一致性，包括喷淋形状、能量响应和分辨率。

它也被推荐用于需要很好处理极高能量粒子的宇宙射线应用。但请注意，它不适合于10TeV以上的极高能碰撞。

## 相关物理学列表

* + - * **FTFP\_BERT\_HP**：与FTFP\_BERT相同，但20MeV及以下的中子使用高精度中子模型和截面来描述弹性和非弹性散射、捕获和裂变。这个物理学清单需要G4NDL数据库。此外，RadioactiveDecay被激活。
      * **FTFP\_BERT\_ATL**：与FTFP\_BERT相同，只是改变了FTF模型与Bertini级联之间的过渡。[9，12] GeV。这是LHC的ATLAS实验的要求。
      * **FTFP\_BERT\_TRV**：与FTFP\_BERT相同，只是几个电磁和哈希尼模型被其替代物代替。
      * **FTFP\_INCLXX**：除了Bertini级联被INCL++级联取代之外，与FTFP\_BERT相同。
      * **FTFQGS\_BERT**：除了使用QGS字符串模型外，与FTFP\_BERT相同。
      * **FTF\_BIC**：与FTFP\_BERT相同，只是二进制级联被FTF模型使用，而不是FTF内部级联代码，用于核内二次粒子的再散射。
      * 电磁**选项**：有不同的[*电磁*](#_bookmark8)物理配置的[*电磁物理con- structors*](#_bookmark8)），可以用它来代替默认的电磁物理。

# QBBC

建议用于医学和空间物理模拟[[eal11](#_bookmark28)]。

* + 1. **正电子元件**

这个物理学清单中的纯哈德逊部分包括弹性、非弹性和捕获过程。每个过程都是由一组截面组和相互作用模型建立的，这些模型提供了详细的物理学实现。

**弹性模型**

弹性强子核过程由FTF、Bertini、二元和预复合模型来实现。Bertini核内级联负责0至6GeV之间的*↪Ll\_1D70B↩*+*、↪Ll\_1D70B↩-、↪Lu\_1D43E↩*+*、↪Lu\_1D43E↩-、↪Lu\_1D43E↩↪Lu\_1D43F↩、↪Lu\_1D43E↩↪Lu\_1D446↩、*Λ*、*Σ+*、*Σ*-、*Σ0*、*Ξ*-、*Ξ0和Ω*-*相互作用。对于质子和中子，在0～1.5GeV之间采用Binary级联，在1～6GeV之间采用Bertini级联。Fritiof粒子模型（FTF）处理这些相同的粒子，但范围在3 GeV到100 TeV之间。它还处理0至100TeV/n范围内的反质子、反中子、反氘子、反三子、反三氦、反阿尔法和反超子。

当Bertini和FTF在粒子类型和能量范围上有重叠时，Bertini的调用概率从1.0线性下降到0.0，FTF的调用概率为互补概率。

当使用FTF模型或二元级联时，也会调用预复合模型(P)，在初始高能相互作用后对残核进行去激。预复合模型又根据需要调用费米分解、中子和轻离子蒸发和光子蒸发模型。当使用贝尔蒂尼模型时，则会调用其自身的更简单的预复合模型和去激发模型。

所有入射A的非弹性核-核散射由0至6GeV/n的二元轻离子级联(BIC)和3GeV/n至100TeV/n的FTF模型处理。在重叠能量区选择模型的方案与FTFP和BERT相同。

伽马的强子相互作用由光核过程处理，其中低于6GeV的伽马使用Bertini级联相互作用，高于3GeV的伽马使用夸克-胶子串（QGS）模型。缪子、电子和正电子也通过虚拟光子的转移进行相互作用。这些相互作用由G4MuonVDNuclearModel和G4ElectroVDNuclearModel处理，它们适用于所有能量。

**弹性截面**

质子采用G4ParticleInelasticXS，中子采用G4NeutronInelasticXS，离子采用G4BGGPionInelasticXS。在这些截面中，91GeV以下使用巴拉申科夫参数化，91GeV以上使用Glauber-Gribov。

对于ka子、超子和反超子，在所有能量下都使用Glauber-Gribov集（G4ComponentGGHadronNucleusXsc）。

*𝐴>4的*离子的核-核截面由G4ComponentGGNuclNuclXsc提供，在所有弹丸能量下。该类是Glauber-Gribov核-核截面参数化。

对于d、t、3He、4He采用G4ParticleInelasticXS。

当弹丸是反质子、反中子、反氘子、反三子、反3He或反α时，G4ComponentAntiNuclNuclearXS类使用Glauber-Gribov参数化提供截面。

强子伽马相互作用截面由G4PhotoNuclearCrossSection提供，它用于所有伽马能量。G4ElectroNuclearCrossSection用于所有能量的*↪Ll\_1D452↩*+和*↪Ll\_1D452↩-*，而G4KokoulinMuonNuclearXS用于所有能量的*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*。

**弹性模型**

质子和中子的弹性散射使用G4ChipsElasticModel从0到100TeV。该模型使用Kossov参数化截面。

对于几乎所有其他的哈德隆，G4HadronElastic模型被用于部分或全部的能量范围。这个模型是一个从旧的Gheisha代码更新而来的双指数动量传递模型。在所有的能量范围内，它都被用于高子、超子、氘子、三子、3He、阿尔法和反中子。

弹性*↪Ll\_1D70B↩*+和*↪Ll\_1D70B↩-*散射由G4ElasticHadrNucleusHE相干散射模型实现，适用于所有能量。

对于反质子、反中子、反氘子、反三子、反三氦和反阿尔法，G4HadronElastic用于0至100MeV/u。超过100MeV/u，这些粒子由G4AntiNuclElastic模型处理。

目前还没有针对*𝐴>4*的核弹丸的弹性散射模型*。*

**弹性截面**

G4BGGN核子弹性XS用于质子，G4NeutronElasticXS用于中子，G4BGGPionElasticXS用于π- ons。在这些截面中，91GeV以下使用Barashenkov参数化，91GeV以上使用Glauber-Gribov。

对于ka子、超子、反超子和轻离子，采用G4ComponentGGNuclNuclXsc弹性截面。

anti-p、anti-d、anti-t、anti-3He和anti-alpha在所有能量下都使用G4ComponentAntiNuclNuclearXS中的Glauber模型截面。

*𝐴>4*的弹丸没有弹性截面*。*

**捕获和停止**

中子俘获使用G4NeutronRadCapture模型和G4NeutronCaptureXS截面。沐子俘获或静止时的衰变由G4MuonMinusCapture过程处理。

负离子和高子的捕获一旦停止，由BertiniCaptureAtRest模型处理，该模型使用Bertini级联。反p、反d、反t、反3He、反alpha的捕获由FritiofCapture- AtRest模型处理，该模型使用Fritiof字符串模型。

## 电磁元件

这个物理学列表使用"标准的"GEANT4电磁物理学，由G4EmStandardPhysics构造函数建立。它是为*↪Ll\_1D6FE↩、↪Ll\_1D452↩-、↪Ll\_1D452↩*+*、↪Ll\_1D707↩-、↪Ll\_1D707↩*+*、↪Ll\_1D70F↩-、↪Ll\_1D70F↩*+以及所有稳定的带电强子/离子*而*实现的（详见[*电磁物理构造函数*](#_bookmark8)）。

在这个物理列表中没有对光学光子的处理，光学物理应该添加在任何参考或用户自定义物理之上。

## 衰变成分

所有长寿命的哈德隆和轻子的衰变都由G4Decay过程处理。它并不处理像deltas这样的强子共振的衰变，后者应该在强子模型中衰变，以及像D和B介子或魅力超子这样的重口味粒子。

静止状态下的μ子捕获或衰变由G4MuonMinusCapture过程处理。

## 中子跟踪切割

如果中子的能量低于能量削减值（默认为零）或高于时间削减值（默认为10微秒），中子可能会被杀死。这些削减可以通过用户界面命令进行修改。

## 推荐使用案例

QBBC推荐用于需要精确模拟质子和中子的低能传输的应用。它通常在1GeV以下的能量范围内对薄靶实验产生最好的一致性。对于更高的能量，它与默认的FTFP\_BERT物理[*FTFP\_BERT*](#_bookmark2)相同。它被推荐用于医学和空间应用[[eal11](#_bookmark28)]。

## 相关物理学列表

* + - * 电磁**选项**：有不同的[*电磁*](#_bookmark8)物理配置的[*电磁物理con- structors*](#_bookmark8)），可以用它来代替默认的电磁物理。

# QGSP\_BERT

这是以前GEANT4的默认值[[eal09](#_bookmark29)]。

* + 1. **正电子元件**

该物理学清单中的纯超声部分包括弹性、非弹性、捕获和裂变过程。每一个过程都是由一组截面组和相互作用模型建立起来的，这些模型提供了详细的物理学实施。

**弹性模型**

非弹性的强子核过程由夸克-胶子模型(QGS)、Fritiof par- ton模型(FTF)、Bertini和Precompound模型来实现。 Bertini核内级联模型主要负责

Λ*,* Σ+*,* Σ*-,* Σ0*,* Ξ*-,* Ξ0和Ω*-*在0到6GeV之间相互作用。QGS

模型处理12 GeV以上的质子、中子、pions和kaons。傅立叶模型处理这些相同的粒子，但在3 GeV至25 GeV的范围内，它还处理0至100 TeV/n的反质子、反中子、反氘子、反三氦、反阿尔法和反超子。

当Bertini和FTF在粒子类型和能量范围上有重叠时，Bertini的调用概率从1.0线性下降到0.0，FTF的调用概率为互补概率。在FTF和QGS的共同能区中也采用类似算法。

当使用FTF和QGS模型时，也会调用预复合模型（P）来去掉初始高能相互作用后的残核。预复合模型则调用费米分解、多碎片。

中子蒸发和光子蒸发模型。当使用Bertini模型时，会调用其自身的、更简单的预混和去激模型。

所有入射A的非弹性核-核散射由0至6GeV/n的二元轻离子级联(BIC)和3GeV/n至100TeV/n的FTF模型处理。在重叠能量区选择模型的方案与FTFP和BERT相同。

伽马的强子相互作用由光核过程处理，其中低于6GeV的伽马使用Bertini级联相互作用，高于3GeV的伽马使用夸克-胶子串（QGS）模型。缪子、电子和正电子也通过虚拟光子的转移进行相互作用。这些相互作用由G4MuonVDNuclearModel和G4ElectroVDNuclearModel处理，它们适用于所有能量。

**弹性截面**

质子采用G4BGGNucleonInelasticXS，中子采用G4NeutronInelasticXS，离子采用G4BGGPionInelasticXS。在这些截面中，91GeV以下采用巴拉申科夫参数化，91GeV以上采用Glauber-Gribov。

对于ka子、超子和反超子，在所有能量下都使用Glauber-Gribov集（G4ComponentGGHadronNucleusXsc）。

在所有射弹能量下，所有的核-核子截面都由G4ComponentGGNuclNuclXsc提供。该类是Glauber-Gribov核-核子截面参数化。当弹丸是反质子、反中子、反氘子、反三子、反3He或反阿尔法时，G4ComponentAntiNuclNuclearXS类使用Glauber-Gribov参数化提供截面。

强子伽马相互作用截面由G4PhotoNuclearCrossSection提供，它用于所有伽马能量。G4ElectroNuclearCrossSection用于所有能量的*↪Ll\_1D452↩*+和*↪Ll\_1D452↩-*，而G4KokoulinMuonNuclearXS用于所有能量的*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*。

**弹性模型**

质子和中子的弹性散射使用G4ChipsElasticModel从0到100TeV。该模型使用Kossov参数化截面。

对于几乎所有其他的哈德隆，G4HadronElastic模型被用于部分或全部的能量范围。这个模型是一个从旧的Gheisha代码更新而来的双指数动量传递模型。在所有的能量范围内，它都被用于高子、超子、氘子、三子、3He、阿尔法和反中子。

弹性*↪Ll\_1D70B↩*+和*↪Ll\_1D70B↩-*散射由G4ElasticHadrNucleusHE相干散射模型实现，适用于所有能量。

对于反质子、反中子、反氘子、反三子、反三氦和反阿尔法，G4HadronElastic用于0至100MeV/n。超过100MeV/n的这些粒子由G4AntiNuclElastic模型处理。

目前还没有针对*𝐴>4*的核弹丸的弹性散射模型*。*

**弹性截面**

G4BGGN核子弹性XS用于质子，G4NeutronElasticXS用于中子，G4BGGPionElasticXS用于π- ons。在这些截面中，91GeV以下使用Barashenkov参数化，91GeV以上使用Glauber-Gribov。

对于ka子、超子、反超子和轻离子，采用G4ComponentGGNuclNuclXsc弹性截面。

anti-p、anti-d、anti-t、anti-3He和anti-alpha在所有能量下都使用G4ComponentAntiNuclNuclearXS中的Glauber模型截面。

*𝐴>4*的弹丸没有弹性截面*。*

**捕获和停止**

中子俘获使用G4NeutronRadCapture模型和G4NeutronCaptureXS截面。沐子俘获或静止时的衰变由G4MuonMinusCapture过程处理。

负离子和高子的捕获一旦停止，由BertiniCaptureAtRest模型处理，该模型使用Bertini级联。反p、反d、反t、反3He、反alpha的捕获由FritiofCapture- AtRest模型处理，该模型使用Fritiof字符串模型。

## 电磁元件

这个物理学列表使用"标准的"GEANT4电磁物理学，由G4EmStandardPhysics构造函数建立。它是为*↪Ll\_1D6FE↩、↪Ll\_1D452↩-、↪Ll\_1D452↩*+*、↪Ll\_1D707↩-、↪Ll\_1D707↩*+*、↪Ll\_1D70F↩-、↪Ll\_1D70F↩*+以及所有稳定的带电强子/离子*而*实现的（详见[*电磁物理构造函数*](#_bookmark8)）。

在这个物理列表中没有对光学光子的处理，光学物理应该添加在任何参考或用户自定义物理之上。

## 衰变成分

所有长寿命的哈德隆和轻子的衰变都由G4Decay过程处理。它并不处理像deltas这样的强子共振的衰变，后者应该在强子模型中衰变，以及像D和B介子或魅力超子这样的重口味粒子。

静止状态下的μ子捕获或衰变由G4MuonMinusCapture过程处理。

## 中子跟踪切割

中子可以通过能量削减（默认为零）或时间削减（默认为10微秒）来杀死。这些削减可以通过用户界面命令进行修改。

## 推荐使用案例

QGSP\_BERT可以用于对撞机物理应用，作为推荐物理列表FTFP\_BERT的替代。

它也可以用于宇宙射线的应用，在那里需要很好的处理非常高的能量粒子。但请注意，这并不适合于10TeV以上的极高能碰撞。

## 相关物理学列表

* + - * **QGSP\_BERT\_HP**：与QGSP\_BERT相同，但20MeV及以下的中子使用高精度中子模型和截面来描述弹性和非弹性散射、捕获和裂变。这个物理学清单需要G4NDL数据库。此外，RadioactiveDecay被激活。
      * **QGSP\_FTFP\_BERT**：目前与QGSP\_BERT相同（以前不同，以后可能会有变化）。
      * **QGSP\_INCLXX**：除了Bertini级联被INCL++级联取代外，其他与QGSP\_BERT相同。
      * **QGSP\_INCLXX\_HP**：与QGSP\_BERT\_HP相同，只是Bertini级联被INCL++级联代替。
      * 电磁**选项**：有不同的[*电磁*](#_bookmark8)物理配置的[*电磁物理con- structors*](#_bookmark8)），可以用它来代替默认的电磁物理。

**14 第二章参考物理列表**

# QGSP\_BIC

## 正电子元件

这个物理学清单中的纯哈德逊部分包括弹性、非弹性和捕获过程。每个过程都是由一组截面组和相互作用模型建立的，这些模型提供了详细的物理学实现。

**弹性模型**

非弹性的哈龙-核内过程由夸克-胶子串(QGS)、Fritiof parton 模型(FTF)、Bertini模型、二元模型和预复合模型来实现。 Bertini核内级联负责的是

*↪Ll\_1D70B↩*+*、↪Ll\_1D70B↩-、↪Lu\_1D43E↩+、↪Lu\_1D43E↩-、↪Lu\_1D43E↩、↪Lu\_1D43F↩、↪Lu\_1D43E↩↪Lu\_1D446↩、Λ、*Σ+*、Σ-、*Σ0*、Ξ-、*Ξ0和Ω*-*在0～6GeV之间相互作用。 该

0-6 GeV之间的中子和质子采用二元级联。 QGS模型适用于

在12 GeV以上的情况下*，FTF模型可以处理相同的粒子，但在3 GeV到25 GeV的范围内*。FTF模型处理相同的粒子，但范围在3 GeV到25 GeV之间。对于超子，FTF适用于3 GeV到100TeV的范围。FTF还处理0至100TeV/n的反质子、反中子、反氘子、反氚子、反3He、反phas和反hyperons。

当使用QGS、FTF和二元模型时，也会调用预复合模型(P)来解除残余核在初始高能相互作用后的兴奋。预复合模型又根据需要调用费米分解、中子和轻离子蒸发和光子蒸发模型。当使用贝尔蒂尼模型时，则会调用其自身的更简单的预复合模型和去激发模型。

所有入射A的非弹性核-核散射由0至6GeV/n的二元轻离子级联(BIC)和3GeV/n至100TeV/n的FTF模型处理。在重叠能量区选择模型的方案与FTFP和BERT相同。

伽马的强子相互作用由光核过程处理，其中低于6GeV的伽马使用Bertini级联相互作用，高于3GeV的伽马使用夸克-胶子串（QGS）模型。缪子、电子和正电子也通过虚拟光子的转移进行相互作用。这些相互作用由G4MuonVDNuclearModel和G4ElectroVDNuclearModel处理，它们适用于所有能量。

**弹性截面**

质子采用G4BGGNucleonInelasticXS，中子采用G4NeutronInelasticXS，离子采用G4BGGPionInelasticXS。在这些截面中，91GeV以下采用巴拉申科夫参数化，91GeV以上采用Glauber-Gribov。

对于ka子、超子和反超子，在所有能量下都使用Glauber-Gribov集（G4ComponentGGHadronNucleusXsc）。

在所有射弹能量下，所有的核-核子截面都由G4ComponentGGNuclNuclXsc提供。该类是Glauber-Gribov核-核子截面参数化。当弹丸是反质子、反中子、反氘子、反三子、反3He或反阿尔法时，G4ComponentAntiNuclNuclearXS类使用Glauber-Gribov参数化提供截面。

强子伽马相互作用截面由G4PhotoNuclearCrossSection提供，它用于所有伽马能量。G4ElectroNuclearCrossSection用于所有能量的*↪Ll\_1D452↩*+和*↪Ll\_1D452↩-*，G4KokoulinMuonNuclearXS用于所有能量的*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*。

**弹性模型**

质子和中子的弹性散射使用G4ChipsElasticModel从0到100TeV。该模型使用Kossov参数化截面。

对于几乎所有其他的哈德隆，G4HadronElastic模型被用于部分或全部的能量范围。这个模型是一个从旧的Gheisha代码更新而来的双指数动量传递模型。在所有的能量范围内，它都被用于高子、超子、氘子、三子、3He、阿尔法和反中子。

弹性*↪Ll\_1D70B↩*+和*↪Ll\_1D70B↩-*散射由G4ElasticHadrNucleusHE相干散射模型实现，适用于所有能量。

对于反质子、反中子、反氘子、反三子、反三氦和反阿尔法，G4HadronElastic用于0至100MeV/n。超过100MeV/n的这些粒子由G4AntiNuclElastic模型处理。

目前还没有针对*𝐴>4*的核弹丸的弹性散射模型*。*

**弹性截面**

G4BGGN核子弹性XS用于质子，G4NeutronElasticXS用于中子，G4BGGPionElasticXS用于π- ons。在这些截面中，91GeV以下使用Barashenkov参数化，91GeV以上使用Glauber-Gribov。

对于ka子、超子、反超子和轻离子，采用G4ComponentGGNuclNuclXsc弹性截面。

anti-p、anti-d、anti-t、anti-3He和anti-alpha在所有能量下都使用G4ComponentAntiNuclNuclearXS中的Glauber模型截面。

*𝐴>4*的弹丸没有弹性截面*。*

**捕获和停止**

中子俘获使用G4NeutronRadCapture模型和G4NeutronCaptureXS截面。沐子俘获或静止时的衰变由G4MuonMinusCapture过程处理。

负离子和高子的捕获一旦停止，由BertiniCaptureAtRest模型处理，该模型使用Bertini级联。反p、反d、反t、反3He、反alpha的捕获由FritiofCapture- AtRest模型处理，该模型使用Fritiof字符串模型。

## 电磁元件

这个物理学列表使用"标准的"GEANT4电磁物理学，由G4EmStandardPhysics构造函数建立。它是为*↪Ll\_1D6FE↩、↪Ll\_1D452↩-、↪Ll\_1D452↩*+*、↪Ll\_1D707↩-、↪Ll\_1D707↩*+*、↪Ll\_1D70F↩-、↪Ll\_1D70F↩*+以及所有稳定的带电强子/离子*而*实现的（详见[*电磁物理构造函数*](#_bookmark8)）。

在这个物理列表中没有对光学光子的处理，光学物理应该添加在任何参考或用户自定义物理之上。

## 衰变成分

所有长寿命的哈德隆和轻子的衰变都由G4Decay过程处理。它并不处理像deltas这样的强子共振的衰变，后者应该在强子模型中衰变，以及像D和B介子或魅力超子这样的重口味粒子。

## 中子跟踪切割

如果中子的能量低于能量削减值（默认为零）或高于时间削减值（默认为10微秒），中子可能会被杀死。这些削减可以通过用户界面命令进行修改。

## 推荐使用案例

QGSP\_BIC可以用于对撞机物理应用，作为推荐物理列表FTFP\_BERT的替代。

它也可以用于宇宙射线的应用，在那里需要很好的处理非常高的能量粒子。但请注意，这并不适合于10TeV以上的极高能碰撞。

## 相关物理学列表

* + - * **QGSP\_BIC\_HP**：与QGSP\_BIC相同，但20MeV及以下的中子使用高精度中子模型和截面来描述弹性和非弹性散射、捕获和裂变。这个物理学清单需要G4NDL数据库。此外，RadioactiveDecay被激活。
      * **QGSP\_BIC\_AllHP**：与QGSP\_BIC\_HP相同，但对于质子和轻离子(d、t、He3和α)，在200MeV以下使用ParticleHP。
      * 电磁**选项**：有不同的[*电磁*](#_bookmark8)物理配置的[*电磁物理con- structors*](#_bookmark8)），可以用它来代替默认的电磁物理。

# 屏蔽

建议用于深层屏蔽的模拟。20 MeV及以下的中子使用高精度中子模型和截面来描述弹性和非弹性散射、捕获和裂变。本物理学清单需要G4NDL数据库。

* + 1. **正电子元件**

该物理学清单中的纯超声部分包括弹性、非弹性、捕获和裂变过程。每一个过程都是由一组截面组和相互作用模型建立起来的，这些模型提供了详细的物理学实施。

**弹性模型**

The inelastic hadron-nucleus processes are implemented by the Fritiof parton 模型(FTF)，Bertini and Precompound models. The Bertini intranuclear cascade is 负责

Λ*,* Σ+*, Σ-,* Σ0*, Ξ-,* Ξ0和Ω*-*在0到6GeV之间相互作用。 该

FTF模型可以处理这些相同的粒子，但范围在3GeV到100TeV之间。它还处理0至100TeV/n的反质子、反中子、反氘子、反氚子、反3He、反阿尔法和反超子。

当Bertini和FTF在粒子类型和能量范围上有重叠时，Bertini被调用的概率从1.0线性下降到0.0，FTF被调用的概率是互补的。

当使用FTF模型时，也会调用预复合模型(P)，在初始高能相互作用后 残核进行去激。预复合模型又根据需要调用费米分解、中子和轻离子蒸发和光子蒸发模型。当使用贝尔蒂尼模型时，则会调用其自身的更简单的预复合模型和去激发模型。

所有入射A的非弹性核-核散射由0至6GeV/n的二元轻离子级联(BIC)和3GeV/n至100TeV/n的FTF模型处理。在重叠能量区选择模型的方案与FTFP和BERT相同。

伽马的强子相互作用由光核过程处理，其中低于6GeV的伽马使用Bertini级联相互作用，高于3GeV的伽马使用夸克-胶子串（QGS）模型。缪子、电子和正电子也通过虚拟光子的转移进行相互作用。这些相互作用由G4MuonVDNuclearModel和G4ElectroVDNuclearModel处理，它们适用于所有能量。

**弹性截面**

质子采用G4BGGNucleonInelasticXS，中子采用G4NeutronInelasticXS，离子采用G4BGGPionInelasticXS。在这些截面中，91GeV以下采用巴拉申科夫参数化，91GeV以上采用Glauber-Gribov。

对于ka子、超子和反超子，在所有能量下都使用Glauber-Gribov集（G4ComponentGGHadronNucleusXsc）。

在所有射弹能量下，所有的核-核子截面都由G4ComponentGGNuclNuclXsc提供。该类是Glauber-Gribov核-核子截面参数化。当弹丸是反质子、反中子、反氘子、反三子、反3He或反阿尔法时，G4ComponentAntiNuclNuclearXS类使用Glauber-Gribov参数化提供截面。

强子伽马相互作用截面由G4PhotoNuclearCrossSection提供，它用于所有伽马能量。G4ElectroNuclearCrossSection用于所有能量的*↪Ll\_1D452↩*+和*↪Ll\_1D452↩-*，而G4KokoulinMuonNuclearXS用于所有能量的*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*。

**弹性模型**

质子和中子的弹性散射使用G4ChipsElasticModel从0到100TeV。该模型使用Kossov参数化截面。

对于几乎所有其他的哈德隆，G4HadronElastic模型被用于部分或全部的能量范围。这个模型是一个从旧的Gheisha代码更新而来的双指数动量传递模型。在所有的能量范围内，它都被用于高子、超子、氘子、三子、3He、阿尔法和反中子。

弹性*↪Ll\_1D70B↩*+和*↪Ll\_1D70B↩-*散射由G4ElasticHadrNucleusHE相干散射模型实现，适用于所有能量。

对于反质子、反中子、反氘子、反三子、反三氦和反阿尔法，G4HadronElastic用于0至100MeV/n。超过100MeV/n的这些粒子由G4AntiNuclElastic模型处理。

目前还没有针对*𝐴>4*的核弹丸的弹性散射模型*。*

**弹性截面**

G4BGGN核子弹性XS用于质子，G4NeutronElasticXS用于中子，G4BGGPionElasticXS用于π- ons。在这些截面中，91GeV以下使用Barashenkov参数化，91GeV以上使用Glauber-Gribov。

对于ka子、超子、反超子和轻离子，采用G4ComponentGGNuclNuclXsc弹性截面。

对于所有离子都使用G4ComponentGGNuclNuclXsc弹性截面，anti-p、anti-d、anti-t、anti-3He和anti-α在所有能量下都使用G4ComponentAntiNuclNuclearXS中的Glauber模型截面。

**捕获和停止**

中子俘获使用G4NeutronRadCapture模型和G4NeutronCaptureXS截面。沐子俘获或静止时的衰变由G4MuonMinusCapture过程处理。

负离子和高子的捕获一旦停止，由BertiniCaptureAtRest模型处理，该模型使用Bertini级联。反p、反d、反t、反3He、反alpha的捕获由FritiofCapture- AtRest模型处理，该模型使用Fritiof字符串模型。

## 电磁元件

这个物理学列表使用"标准的"GEANT4电磁物理学，由G4EmStandardPhysics构造函数建立。它是为*↪Ll\_1D6FE↩、↪Ll\_1D452↩-、↪Ll\_1D452↩*+*、↪Ll\_1D707↩-、↪Ll\_1D707↩*+*、↪Ll\_1D70F↩-、↪Ll\_1D70F↩*+以及所有稳定的带电强子/离子*而*实现的（详见[*电磁物理构造函数*](#_bookmark8)）。

在这个物理列表中没有对光学光子的处理，光学物理应该添加在任何参考或用户自定义物理之上。

## 衰变成分

所有长寿命的哈龙子和轻子的衰变都是由G4衰变过程处理的，它不处理哈龙子共振（如deltas）、重口味粒子（如D和B介子）或魅力超子的衰变。它不处理像deltas这样的强子共振的衰变，也不处理像D和B介子这样的重口味粒子或魅力超子的衰变。

这个物理列表确实会调用G4RadioactiveDecay过程，所以不稳定的离子会被衰变。沐子俘获由G4MuonMinusCapture过程处理。

## 推荐使用案例

对于中子传输的应用，建议采用屏蔽措施。

## 相关物理学列表

* + - * **屏蔽M**：从Bertini模型到FTF模型的不同过渡：从9.5GeV到9.9GeV。
      * **屏蔽LEND**：带有LEND选项的低能中子传输的不同配置。
      * 电磁**选项**：有不同的[*电磁*](#_bookmark8)物理配置的[*电磁物理con- structors*](#_bookmark8)），可以用它来代替默认的电磁物理。

**章节**

# 三

**电磁物理构造师**

介绍各种电磁物理构造器及其对模拟性能的影响，包括计算量（CPU）和物理精度。

# EM物理构造器

电磁物理构造函数最早发布于[[eal09](#_bookmark29)]，在[[eal11](#_bookmark30)]中得到扩展，并在GEANT4[[eal16](#_bookmark27)]的最新版本中变得稳定。默认的电磁物理学是由G4EmStandardPhysics构造函数构建的（详见[*EM Opt0*](#_bookmark9)）。

所有 物理 构造 的电磁 物理 都是 针对 以下 粒子实施 。

*↪Ll\_1D451↩，...，*3*↪Lu\_1D43B↩↪Ll\_1D452↩，↪Ll\_1D6FC↩，*反( *↪Ll\_1D451↩，...，*3↪Lu\_*1D43B↩↪Ll\_1D452↩，↪Ll\_1D6FC↩*)，G4GenericIon。

几种魅力介子也被处理，*↪Lu\_1D437↩*+*，↪Lu\_1D437↩-，↪Lu\_1D437↩*+*，↪Lu\_1D437↩-，*Λ+*，*Σ+*，*Σ++*，*Ξ+*，*反(Λ+*，*Σ+*，*Σ++*，*Ξ+)，为。

*� � 𝑐 𝑐 𝑐 𝑐 𝑐 𝑐 𝑐 𝑐*

以及两个底层介子，*↪Lu\_1D435↩*+*、↪Lu\_1D435↩-、↪Lu\_1D435↩*+*、↪Lu\_1D435↩-、*Ω*-、*Σ+*、*Σ*-、*Ξ*-*反( Ω*-、*Σ+*、*Σ*-、*Ξ*-*)。

*𝑐 𝑐*

*↪Ll\_1D44F↩↪Ll\_1D44F↩。*

*↪Ll\_1D44F↩↪Ll\_1D44F↩。*

*↪Ll\_1D44F↩↪Ll\_1D44F↩。*

*𝑏 𝑏*

内部的能量损失、范围和截面表是从100eV到100TeV建立的。这些限制是根据LHC实验要求确定的。各种电磁过程的适用性上限更大，且取决于过程。例如，μ子模型的有效期高达1 PeV。为了给所有的使用情况提供粒子传输，操作能量范围下降到零，但在1 KeV以下，默认模型集的准确性会大大降低。

GEANT4工具箱包括许多替代物理模型，特别是电磁物理模型。有几种成熟的配置推荐给不同的应用。

* G4EmStandardPhysics\_option1 [*EM Opt1*](#_bookmark10)--扩展名EMV。
* G4EmStandardPhysics\_option2 [*EM Opt2*](#_bookmark11)--扩展名EMX。
* G4EmStandardPhysics\_option3 [*EM Opt3*](#_bookmark12)--扩展名EMY。
* G4EmStandardPhysics\_option4 [*EM Opt4*](#_bookmark13)--扩展名EMZ。
* G4EmLivermorePhysics [*EM Liv*](#_bookmark14)--扩展名LIV。
* G4EmPenelopePhysics[*电磁笔*](#_bookmark15)--扩展名PEN。
* G4EmStandardPhysicsGS [*EM GS*](#_bookmark16)--扩展名\_GS。
* G4EmLowEPPhysics [*EM LE*](#_bookmark17)--扩展名\_LE。
* G4EmStandardPhysicsWVI [*EM WVI*](#_bookmark18)--扩展名WVI。
* G4EmStandardPhysicsSS [*EM SS*](#_bookmark19)--扩展名\_SS。
* G4EmDNAPhysics [*EM DNA*](#_bookmark20)。

# EM Opt0

默认的电磁物理学是由G4EmStandardPhysics构造函数建立的（详见[*EM Opt0*](#_bookmark9)）。

对于每一种粒子类型，标准电磁模型实现了几个过程。过程涵盖的物理学范围从0到100TeV的伽马，*↪Ll\_1D452↩-*和*↪Ll\_1D452↩*+和高达1 PeV的μ子。带电的哈德子和离子的电磁相互作用覆盖0至100TeV的范围。虽然操作能量范围下降到零，但低于1 KeV的这些模型的准确性大大降低。

光子：*↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对子的产生由BetheHeitler模型与高能下的LPM效应实现，康普顿散射由Klein Nishina模型实现。光电效应和Rayleigh散射都由Livermore模型处理。

电子和正电子：多库仑散射由Urban模型处理，从0到100MeV，由WentzelVI模型处理，从100MeV到100TeV，它与单库仑散射模型相结合，适用于大角度散射。多重散射时采用*Safety*步长限制。轫辐射由eBremSB模型和eBremLPM模型实现，该模型考虑了高能量下的LPM效应。电离由Moller-Bhabha公式建模，正电子湮灭由eplus2gg模型实现。

沐子：多库仑散射由WentzelVI模型与所有能量的单散射模型结合处理，所有能量的e库仑散射模型处理。粒子散射由MuBrem模型处理。电离根据能量和粒子类型由几个模型来实现。从0到200keV，Bragg模型用于*↪Ll\_1D707↩*+，ICRU73Q0参数化用于*↪Ll\_1D707↩-*。 在200 KeV和1 GeV之间，BetheBloch模型用于*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*，从1 GeV到100 TeV，MuBetheBloch模型用于↪Ll\_1D707↩-。

*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*。muPairProduction模型处理由*↪Ll\_1D707↩*+或*↪Ll\_1D707↩-*引起的e+/e对生产。

粒子、卡子、质子和反质子：多库仑散射由WentzelVI模型和库仑散射由eCoulombScattering模型进行。 轫辐射由hBrem模型处理。 *↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对哈龙子的产生由hPairProduction模型实现。电离由几个模型处理，取决于能量和粒子类型。对于低于298 keV的离子，Bragg模型电离用于*↪Ll\_1D70B↩*+，ICRU73Q0参数化用于*↪Ll\_1D70B↩-*。在此能量以上则使用BetheBloch电离。对于卡子，使用相同的电离模式，但从低能到高能模型的变化发生在1.05 MeV。对于质子，在2 MeV以下使用Bragg模型，在2 MeV以上使用BetheBloch模型。对于反质子，在2MeV以下使用ICRU73Q0，在2MeV以上使用BetheBloch。

α和G4enericIon：只应用了两个电磁过程。在所有能量下，Urban模型都实施了多重库仑散射。对于阿尔法离子，在7.9MeV以下进行布拉格电离，在7.9MeV以上进行BetheBloch电离。对于一般离子，Bragg电离低于2 MeV/u，BetheBloch电离高于此值。

# EM Opt1

本物理学列表使用了GEANT4电磁物理学的"标准"，因为它是由GEANT4构建的。

G4EmStandardPhysics\_option1构造函数。

对于每一种粒子类型，都有几个过程。过程涵盖了0至100TeV的伽马、*↪Ll\_1D452↩-*和*↪Ll\_1D452↩*+的物理学，以及高达1 PeV的μ子。带电的哈德子和离子的电磁相互作用覆盖0至100TeV的范围。虽然操作能量范围下降到零，但低于1 KeV的这些模型的准确性大大降低。

光子：*↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对子的产生由BetheHeitler模型与高能下的LPM效应实现，康普顿散射由Klein Nishina模型实现。光电效应和Rayleigh散射都由Livermore模型处理。*ApplyCuts*选项用于剔除伽马过程产生的低能量*↪Ll\_1D452↩-*。

电子和正电子：多库仑散射由Urban模型处理，从0到100MeV，由WentzelVI模型处理，从100MeV到100TeV，该模型与单库仑散射模型相结合，适用于大角度散射。多重散射采用*最小*步长限制。粒子散射(Bremsstrahlung)

由eBremSB模型和eBremLPM模型实现，后者考虑到了高能下的LPM效应。电离由Moller-Bhabha公式建模，正电子湮灭由eplus2gg模型实现。

沐子：多库仑散射由WentzelVI模型与所有能量的单散射模型结合处理，所有能量的e库仑散射模型处理。粒子散射由MuBrem模型处理。电离根据能量和粒子类型由几个模型来实现。从0到200 KeV，mu+使用Bragg模型，mu-使用ICRU73Q0参数化。在200 KeV和1 GeV之间，BetheBloch模型用于*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*，从1 GeV到100 TeV，MuBetheBloch模型用于*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-。*

*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*。muPairProduction模型处理由*↪Ll\_1D707↩*+或*↪Ll\_1D707↩-*引起的e+/e对生产。

粒子、卡子、质子和反质子：多库仑散射由WentzelVI模型和库仑散射由eCoulombScattering模型进行。 轫辐射由hBrem模型处理。 *↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对哈龙子的产生由hPairProduction模型实现。电离由几个模型处理，取决于能量和粒子类型。对于低于298 keV的离子，Bragg模型电离用于*↪Ll\_1D70B↩*+，ICRU73Q0参数化用于*↪Ll\_1D70B↩-*。在此能量以上则使用BetheBloch电离。对于卡子，使用相同的电离模式，但从低能到高能模型的变化发生在1.05 MeV。对于质子，在2 MeV以下使用Bragg模型，在2 MeV以上使用BetheBloch模型。对于反质子，在2MeV以下使用ICRU73Q0，在2MeV以上使用BetheBloch。

Alpha和G4enericIon：只应用了两个电磁过程。在所有能量下，Urban模型都实施了多重库仑散射。对于阿尔法离子，在7.9MeV以下进行布拉格电离，在7.9MeV以上进行BetheBloch电离。对于一般离子，Bragg电离低于2 MeV/u，BetheBloch电离高于此值。

# EM Opt2

本物理学列表使用了GEANT4电磁物理学的"标准"，因为它是由GEANT4构建的。

G4EmStandardPhysics\_option2构造函数。

对于每一种粒子类型，都有几个过程。过程涵盖了0至100TeV的伽马、*↪Ll\_1D452↩-*和*↪Ll\_1D452↩*+的物理学，以及高达1 PeV的μ子。带电的哈德子和离子的电磁相互作用覆盖0至100TeV的范围。虽然操作能量范围下降到零，但低于1 KeV的这些模型的准确性大大降低。

光子：*↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对子的产生由BetheHeitler模型与高能下的LPM效应实现，康普顿散射由Klein Nishina模型实现。光电效应和Rayleigh散射都由Livermore模型处理。

电子和正电子：0～100MeV的多库仑散射由Urban模型处理，100MeV～100TeV的多库仑散射由WentzelVI模型处理，该模型与单库仑散射模型相结合，适用于大角度散射。多重散射则采用*简单的*步长限制。粒 模型实现。

沐子：多库仑散射由WentzelVI模型与所有能量的单散射模型结合处理，所有能量的e库仑散射模型处理。粒子散射由MuBrem模型处理。电离根据能量和粒子类型由几个模型来实现。从0到200 KeV，mu+使用Bragg模型，mu-使用ICRU73Q0参数化。在200 KeV和1 GeV之间，BetheBloch模型用于*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*，从1 GeV到100 TeV，MuBetheBloch模型用于*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-。*

*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*。muPairProduction模型处理由*↪Ll\_1D707↩*+或*↪Ll\_1D707↩-*引起的e+/e对生产。

粒子、卡子、质子和反质子：多库仑散射由WentzelVI模型和库仑散射由eCoulombScattering模型进行。 轫辐射由hBrem模型处理。 *↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对哈龙子的产生由hPairProduction模型实现。电离由几个模型处理，取决于能量和粒子类型。对于低于298 keV的离子，Bragg模型电离用于*↪Ll\_1D70B↩*+，而ICRU73Q0模型则用于*↪Ll\_1D70B↩+。*

参数化用于*↪Ll\_1D70B↩-*。在这个能量以上，使用BetheBloch电离。对于卡子，使用相同的电离模式，但从低能到高能模型的变化发生在1.05 MeV。对于质子，在2 MeV以下使用Bragg模型，在2 MeV以上使用BetheBloch模型。对于反质子，在2MeV以下使用ICRU73Q0，在2MeV以上使用BetheBloch。

Alpha和G4enericIon：只应用了两个电磁过程。在所有能量下，Urban模型都实施了多重库仑散射。对于阿尔法离子，在7.9MeV以下进行布拉格电离，在7.9MeV以上进行BetheBloch电离。对于一般离子，Bragg电离低于2 MeV/u，BetheBloch电离高于此值。

# EM Opt3

本物理学列表使用了GEANT4电磁物理学的"标准"，因为它是由GEANT4构建的。

G4EmStandardPhysics\_option3构造函数。

过程涵盖了0至100TeV的伽马、*↪Ll\_1D452↩-*和*↪Ll\_1D452↩*+以及高达1 PeV的μ子的物理学。 带电的哈德子和离子的电磁相互作用覆盖0至100TeV的范围。虽然操作能量范围下降到零，但低于1 KeV的这些模型的准确性大大降低。

每种粒子类型都有几个过程。 光子：*↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对的产生由BetheHeitler模型与高能量的LPM效应一起实现，康普顿散射由Klein Nishina模型实现。光电效应和Rayleigh散射都由Livermore模型处理。

电子和正电子：Urban模型处理0到100TeV的多库仑散射。多重散射采用*UseDistance-ToBoundary*步长限制。轫辐射由eBremSB模型和eBremLPM模型实现，后者考虑了高能量下的LPM效应。电离由Moller-Bhabha公式建模，正电子湮灭由eplus2gg模型实现。

沐子：多库仑散射由Urban模型处理，从0到100TeV。轫辐射由MuBrem模型处理。电离根据能量和粒子类型由几种模型来实现。从0到200 KeV，Bragg模型用于*↪Ll\_1D707↩*+，ICRU73Q0参数化用于*↪Ll\_1D707↩-*。 在200keV和1GeV之间，BetheBloch模型用于*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*，从1GeV到100TeV，MuBetheBloch模型用于*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*。muPairProduction模型处理由*↪Ll\_1D707↩*+或*↪Ll\_1D707↩-*引起的e+/e对的产生。

粒子、加子、质子和反质子：Urban模型进行多库仑散射，eCoulombScattering模型进行库仑散射。 轫辐射由hBrem模型处理。 *↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+哈龙子的成对生产由hPairProduction模型实现。电离根据能量和粒子类型由几个模型处理。 对于低于298 keV的离子，Bragg模型电离用于↪Ll\_1D70B↩+，ICRU73Q0参数化用于*↪Ll\_1D70B↩-*。 在此能量以上则使用BetheBloch电离。 对于ka子，使用相同的电离模型，但从低能到高能模型的变化发生在1.05MeV。对于质子，在2 MeV以下使用布拉格模型，在2 MeV以上使用BetheBloch模型。对于反质子，在2 MeV以下使用ICRU73Q0，在上面使用BetheBloch。

α和G4enericIon：只应用两个电磁过程。在所有能量下，Urban模型都实施了多重库仑散射。对于阿尔法离子，在7.9MeV以下进行布拉格电离，在7.9MeV以上进行BetheBloch电离。对于一般离子，布拉格电离低于2 MeV/u，BetheBloch电离高于此值。1 MeV以下采用核停止模型。

# EM Opt4

本物理学列表使用了GEANT4电磁物理学的"标准"，因为它是由GEANT4构建的。

G4EmStandardPhysics\_option4构造函数。

光子：*↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对的产生由BetheHeitler模型实现，在高能量下具有LPM效应，康普顿散射由20MeV以上的Klein-Nishina模型实现。20MeV以下采用Monarsh大学模型（*G4LowEPComptonModel*）实现康普顿散射和潘尼洛普对产生模型。光电效应和瑞利散射都由利弗莫尔模型处理。

电子和正电子：多库仑散射由Goudsmit-Sounderson模型处理，从0到100MeV，由WentzelVI模型处理，从100MeV到100TeV，它与单库仑散射-ing模型相结合，适用于大角度散射。多重散射采用*UseSafetyPlus*步骤限制与几何边界附近*无误差*方法。轫辐射由eBremSB模型和eBremLPM模型实现，该模型考虑了高能量下的LPM效应。电离由Moller- Bhabha公式建模，正电子湮灭由eplus2gg模型实现。电子和正电子产生的*↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对的过程也被使用。

沐子：多库仑散射由WentzelVI模型与所有能量的单散射模型结合处理，所有能量的e库仑散射模型处理。粒子散射由MuBrem模型处理。电离根据能量和粒子类型由几个模型来实现。从0到200keV，Bragg模型用于*↪Ll\_1D707↩*+，ICRU73Q0参数化用于*↪Ll\_1D707↩-*。

在200 KeV和1 GeV之间，Bethe-Bloch模型用于处理*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*，从1 GeV到100 TeV，MuBetheBloch模型用于处理*↪Ll\_1D707↩*+和*↪Ll\_1D707↩-*。muPairProduction模型处理由*↪Ll\_1D707↩*+或*↪Ll\_1D707↩-*引起的e+/e对的产生。

粒子、卡子、质子和反质子：多库仑散射由WentzelVI模型和库仑散射由eCoulombScattering模型进行。 轫辐射由hBrem模型处理。 *↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对哈龙子的产生由hPairProduction模型实现。电离由几个模型处理，取决于能量和粒子类型。对于低于298 keV的离子，Bragg模型电离用于*↪Ll\_1D70B↩*+，ICRU73Q0参数化用于*↪Ll\_1D70B↩-*。 在这个能量以上，使用Bethe-Bloch电离。 对于ka子，使用相同的电离模型，但从低能到高能模型的变化发生在1.05MeV。对于质子，在2 MeV以下使用Bragg模型，在2 MeV以上使用BetheBloch模型。对于反质子，在2 MeV以下使用ICRU73Q0，在上面使用BetheBloch。

alpha和G4enericIon：只应用两个电磁过程。多重库仑散射在所有能量下由Ur-ban模型实现。对于阿尔法离子，布拉格电离在7.9MeV以下，贝特-布洛赫电离在以上。对于一般离子，对于低于1GeV/u的离子电离采用ICRU73模型（G4IonParametrisedLossModel），高于1GeV/u采用Bethe-Bloch模型。1MeV以下采用核停止模型。

# EM Liv

本物理学列表使用"利弗莫尔"GEANT4电磁物理学所构建的G4EmLivermorePhysics。

构造者。

对于每一种粒子类型，电磁模型实现了几个过程。光子：*↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对的产生是由80GeV以下的Bethe-Heitler 5D模型和80GeV以上的Bethe-Heitler相对论模型实现的。康普顿散射分别由1 GeV以下的利弗莫尔模型和高能量的克莱因-西纳模型实现。光电效应和瑞利散射都由利弗莫尔模型处理。

电子：低能量时由GS模型处理多库仑散射，高能量时由WentzelVI模型处理，该模型与单库仑散射模型相结合，适用于大角度散射。粒子辐射在1GeV以下由Seltzer-Berger模型实现，高能时由eBremsstrahlungRelModel模型实现。电离由Livermore模型来模拟。

其他交互的配置与G4EmStandardPhysics\_option4构造函数相同。

# EM笔

这个物理学列表使用"Penelope"GEANT4电磁物理学作为G4EmPenelopePhysics con- structor建立。

具体的低能佩内洛普模型用于伽马、*↪Ll\_1D452↩-*和*↪Ll\_1D452↩*+低于1GeV的粒子。在1GeV以上和所有其他带电粒子的配置与G4EmStandardPhysics\_option4构造函数相同。

# EM GS

这个物理学列表使用G4EmStandardPhysicsGS构造函数构建的"标准"GEANT4电磁物理学。这个配置与默认的G4EmStandardPhysics构造函数相同，除了多重散射的*↪Ll\_1D452↩-*和*↪Ll\_1D452↩*+，它由Goudsmit-Sounderson模型从0到100MeV处理。

# EM LE

该物理学列表使用G4EmLowEPPhysics构造函数构建的"标准"GEANT4电磁物理学。这个配置与默认的G4EmStandardPhysics构造函数相同，只是增加了一些内容。

光子：*↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对子的产生由80 GeV以下的Bethe-Heitler 5D模型和80 GeV以上的相对Bethe-Heitler模型实现，康普顿散射由Monarsh大学模型（G4LowEPComptonModel）实现，20 MeV以上由Klein-Nishina模型实现。康普顿散射由Monarsh大学模型（G4LowEPComptonModel）实现，最高为20MeV，20MeV以上由Klein-Nishina模型实现。

对于所有带电粒子和能量G4LowEWentzelVIModel用于模拟多重散射。BS发生器用于模拟轫辐射角分布。

对于质子和阿尔法ICRU90，使用了3种材料的数据。

对于低于10MeV/u的离子电离采用ICRU73模型(G4IonParametrisedLossModel)，高于10MeV/u采用Lindhard-Sorensen模型(G4Lindhard-SorensenIonModel)。此外，对于离子，还实施了bremsstrahlung和*↪Ll\_1D452↩-/↪Ll\_1D452↩*+对生产。

# EM WVI

这个物理学列表使用G4EmStandardPhysicsWVI构造函数构建的"标准"GEANT4电磁物理学。这个配置与默认的G4EmStandardPhysics构造函数中的配置相同，除了多重散射，其他的配置都是一样的。

对于*↪Ll\_1D452↩-*和*↪Ll\_1D452↩*+在所有能量G4WentzelVIModel用于模拟大角度的多散射与单弹性相结合。

对于低于2MeV/u的离子电离采用Bragg模型，高于2MeV/u采用ATIMA模型（G4AtimaEnergyLossModel）与ATIMA波动模型（G4AtimaFluctuations）。

# EM SS

这个物理列表使用G4EmStandardPhysicsSS构造函数构建的"标准"GEANT4电磁物理。这个配置与默认的G4EmStandardPhysics构造函数相同，只是没有使用多重散射，对所有变化的粒子只应用弹性散射过程。

# EM DNA

目前推荐的Geant4-DNA物理列表由三个构造器组装而成。

G4EmDNAPhysics\_option2、G4EmDNAPhysics\_option4和G4EmDNAPhysics\_option6。

这些物理学列表处理离散的电磁相互作用：光子、电子、质子、中性氢、α粒子及其带电状态和一些离子。Li (3,7)、Be (4,9)、B (5,11)、C (6,12)、N (7,14)、O (8,16)、Si (14,28)、Fe (26,56)。

电子的物理相互作用有：电离、电子激发、弹性散射，对于G4EmDNAPhysics\_option2，还有振动激发和附着。在三个推荐的构造体中采用了不同的模型。例如，非弹性相互作用由介电函数理论或其他半经验方法描述。

质子、中性氢、阿尔法粒子及其带电状态、较重的离子和光子的物理相互作用由所有三个构造体相同处理。它们分别是核散射、电子激发、电离、电子捕获和电子损失。对于比α粒子重的离子，只有电离过程可用。

所有细节，包括适用的能量范围和性能比较，都在Geant4-DNA网站[(](http://geant4-dna.in2p3.fr/styled-3/styled-8/index.html)http://geant4-dna.in2p3.fr/styled-3/styled-8/index.html)或本出版物中介绍。Med.Phys. 45 (2018) e722-e739 [(](https://doi.org/10.1002/mp.13048)https://doi.org/10.1002/mp.13048)

其他的构造函数也可以使用，但我们目前推荐使用上述构造函数。

# 按构造者分类的表格

几种常见构造体的电磁过程表。要生成这些表格（以重构文本格式），请调用：

G4LossTableManager::Instance()-> DumpHtml()

例如，使用example extended/electromagnetic/TestEm0，并设置环境变量G4PhysListName为要写入的文件名（会加上扩展名.rst），G4PhysListDocDir为要写入文件的目录名。在宏文件中设置物理学列表。同时设置。

/process/em/verbose 1。

* + 1. **emstandard\_opt0**

### 伽马

光电效应

光电。SubType=12 BuildTable=0

LambdaPrime表，从200 keV到100 TeV，共61个区间。

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== LivermorePhElectric : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV SauterGavrila Fluo?

康普顿散射

compt:SubType=13 BuildTable=1

从100eV到1MeV的Lambda表，7个仓/十年，花键：1个LambdaPrime表，从1MeV到100TeV，56个仓。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Klein-Nishina : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

伽马转换

conv：SubType=14 BuildTable=1

λ表从1.022 MeV到100 TeV，18个基数/十年，花键：1。

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== BetheHeitlerLPM : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV ModifiedTsai?

雷利散射

Rayl:SubType=11 BuildTable=1

从100eV到100keV的Lambda表，7仓/十年，花键：0 LambdaPrime表从100keV到100TeV，63仓。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

LivermoreRayleigh：Emin= 0 eV Emax=100 TeV CullenGenerator。

### e-

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

λ表从100MeV到100TeV，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.04, stepLimType:1, latDisp: 1

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax=100 MeV Nbins=42 100 eV - 100 MeV。

WentzelVIUni : Emin=100 MeV Emax=100 TeV Nbins=42 100 MeV - 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.2, 1 mm), integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== MollerBhabha : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个基数/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

(下一页继续)

### 28 第三章 电磁物理构造者电磁物理构造者

(接上页)

eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV ModifiedTsai eBremLPM : Emin= 1 GeV Emax=100 TeV ModifiedTsai

### e+

库仑散射。弹性散射的模拟

单个事件。可与多个

散射，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

λ表从100MeV到100TeV，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

正电子湮灭

annihil: integral:1 SubType=5 BuildTable=0。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eplus2gg : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.04, stepLimType:1, latDisp: 1

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax=100 MeV Nbins=42 100 eV - 100 MeV。

WentzelVIUni : Emin=100 MeV Emax=100 TeV Nbins=42 100 MeV - 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.2, 1 mm), integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== MollerBhabha : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个基数/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV ModifiedTsai。

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV ModifiedTsai。

### 质子

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

从阈值到100TeV的Lambda表，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。可

在'混合'散射中与库仑散射相结合 SubType=algorithm. msc: 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 0

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

(下一页继续)

### 3.14.按构造者分列的表格 29

(接上页)

WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax=100 TeV Nbins=84 100 eV - 100 TeV。

强子子bremsstrahlung hBrems: 子类型=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

λ表从阈值到100TeV，7个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子对生产 hPairProd:SubType=4

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个基数/十年，花键：1个采样表17x1001；从7.50618GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩数+

电离

hIoni: 子类型=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个宾格/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct.1, linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 2 MeV。

BetheBloch：Emin= 2 MeV Emax=100 TeV CSDA范围表，在49个区间内最高可达1 GeV。

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

从阈值到100TeV的Lambda表，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 0, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax=100 TeV Nbins=84 100 eV - 100 TeV。

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

λ表从阈值到100TeV，7个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个基数/十年，花键：1个采样表21x1001；从1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

(下一页继续)

### 亩

(接上页)

从阈值到100TeV的羊达表，7个宾格/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct.1, linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 200 keV。

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

从阈值到100TeV的Lambda表，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 0, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax=100 TeV Nbins=84 100 eV - 100 TeV。

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

λ表从阈值到100TeV，7个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个基数/十年，花键：1个采样表21x1001；从1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个宾格/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct.1, linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ICRU73QO : Emin= 0 eV Emax= 200 keV。

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

## emstandard\_opt1

### 伽马

光电效应

phot: applyCuts:1 SubType=12 BuildTable=0

LambdaPrime表，从200 keV到100 TeV，共61个区间。

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== LivermorePhElectric : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV SauterGavrila Fluo?

康普顿散射

compt: applyCuts:1 SubType=13 BuildTable=1

从100eV到1MeV的Lambda表，7个仓/十年，花键：1个LambdaPrime表，从1MeV到100TeV，56个仓。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Klein-Nishina : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

伽马转换

conv: applyCuts:1 SubType=14 BuildTable=1

λ表从1.022 MeV到100 TeV，18个基数/十年，花键：1。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

BetheHeitlerLPM : Emin= 0 eV Emax=100 TeV ModifiedTsai

### e-

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 applyCuts:1 SubType=1 BuildTable=1 Lambda表，从100MeV到100TeV，7个bin/decade，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax=100 MeV Nbins=42 100 eV - 100 MeV。

WentzelVIUni : Emin=100 MeV Emax=100 TeV Nbins=42 100 MeV - 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个频谱/十年，花键：1 StepFunction=(0.8，1mm)，integ：1，波动：1，linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== MollerBhabha : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个基数/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV ModifiedTsai。

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV ModifiedTsai。

### e+

库仑散射。弹性散射的模拟

(下一页继续)

单个事件。可与多个

(接上页)

散射，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 applyCuts:1 SubType=1 BuildTable=1 Lambda表，从100MeV到100TeV，7个bin/decade，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

正电子湮灭

annihil: integral:1 applyCuts:1 SubType=5 BuildTable=0。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eplus2gg : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax=100 MeV Nbins=42 100 eV - 100 MeV。

WentzelVIUni : Emin=100 MeV Emax=100 TeV Nbins=42 100 MeV - 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个频谱/十年，花键：1 StepFunction=(0.8，1mm)，integ：1，波动：1，linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== MollerBhabha : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个基数/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV ModifiedTsai。

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV ModifiedTsai。

### 质子

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 applyCuts:1 SubType=1 BuildTable=1。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。可

在'混合'散射中与库仑散射相结合 SubType=algorithm. msc: 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 0

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax=100 TeV Nbins=84 100 eV - 100 TeV。

强子子bremsstrahlung hBrems: 子类型=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

λ表从阈值到100TeV，7个基数/十年，花键：1。

(下一页继续)

(接上页)

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子对生产 hPairProd:SubType=4

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个基数/十年，花键：1个采样表17x1001；从7.50618GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩数+

电离

hIoni: 子类型=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个宾格/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct.1, linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 2 MeV。

BetheBloch：Emin= 2 MeV Emax=100 TeV CSDA范围表，在49个区间内最高可达1 GeV。

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 applyCuts:1 SubType=1 BuildTable=1。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 0, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax=100 TeV Nbins=84 100 eV - 100 TeV。

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

λ表从阈值到100TeV，7个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个基数/十年，花键：1个采样表21x1001；从1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个宾格/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct.1, linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 布拉格：Emin= | 0 eV Emax= | 200千伏 |
| BetheBloch : Emin= | 200 keV Emax= | 1 GeV |
| MuBetheBloch：Emin=Emin | 1 GeV Emax= | 100TeV |

(下一页继续)

### 亩

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

(接上页)

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 applyCuts:1 SubType=1 BuildTable=1。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 0, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax=100 TeV Nbins=84 100 eV - 100 TeV。

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

λ表从阈值到100TeV，7个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个基数/十年，花键：1个采样表21x1001；从1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个宾格/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct.1, linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ICRU73QO : Emin= 0 eV Emax= 200 keV。

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

## emstandard\_opt2

### 伽马

光电效应

光电。SubType=12 BuildTable=0

LambdaPrime表，从200 keV到100 TeV，共61个区间。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== PhotoElectric : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV SauterGavrila Fluo。

康普顿散射

compt:SubType=13 BuildTable=1

从100eV到1MeV的Lambda表，7个仓/十年，花键：1个LambdaPrime表，从1MeV到100TeV，56个仓。

(下一页继续)

(接上页)

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Klein-Nishina : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

伽马转换

conv：SubType=14 BuildTable=1

λ表从1.022 MeV到100 TeV，18个基数/十年，花键：1。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

BetheHeitlerLPM : Emin= 0 eV Emax=100 TeV ModifiedTsai

### e-

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

λ表从100MeV到100TeV，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 0

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax=100 MeV Nbins=42 100 eV - 100 MeV。

WentzelVIUni : Emin=100 MeV Emax=100 TeV Nbins=42 100 MeV - 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个频谱/十年，花键：1 StepFunction=(0.8，1mm)，integ：1，波动：1，linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== MollerBhabha : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个基数/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV ModifiedTsai。

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV ModifiedTsai。

### e+

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

λ表从100MeV到100TeV，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

正电子湮灭

annihil: integral:1 SubType=5 BuildTable=0。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eplus2gg : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

(下一页继续)

### 36 第三章 电磁物理构造者电磁物理构造者

(接上页)

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 0

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax=100 MeV Nbins=42 100 eV - 100 MeV。

WentzelVIUni : Emin=100 MeV Emax=100 TeV Nbins=42 100 MeV - 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个频谱/十年，花键：1 StepFunction=(0.8，1mm)，integ：1，波动：1，linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== MollerBhabha : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个基数/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV ModifiedTsai。

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV ModifiedTsai。

### 质子

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

从阈值到100TeV的Lambda表，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子子bremsstrahlung hBrems: 子类型=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

λ表从阈值到100TeV，7个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子对生产 hPairProd:SubType=4

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的Lambda表，7个基数/十年，花键：1个采样表17x1001；从7.50618GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩数+

电离

hIoni: 子类型=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个宾格/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct.1, linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 2 MeV。

BetheBloch：Emin= 2 MeV Emax=100 TeV CSDA范围表，在49个区间内最高可达1 GeV。

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

从阈值到100TeV的Lambda表，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 0, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax=100 TeV Nbins=84 100 eV - 100 TeV。

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

λ表从阈值到100TeV，7个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个基数/十年，花键：1个采样表21x1001；从1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个宾格/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct.1, linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 200 keV。

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

从阈值到100TeV的Lambda表，7个宾格/十年，花键：1 ThetaMin(p) < Theta(度)<180；pLimit(GeV^1)=0.139531。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 0, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax=100 TeV Nbins=84 100 eV - 100 TeV。

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

(下一页继续)

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

(接上页)

λ表从阈值到100TeV，7个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个基数/十年，花键：1个采样表21x1001；从1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx和从100 eV到100 TeV的量程表，共84个仓。

从阈值到100TeV的羊达表，7个宾格/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct.1, linLossLim=0.01。1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ICRU73QO : Emin= 0 eV Emax= 200 keV。

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV。

CSDA范围表，最高达1 GeV，49个舱位。

## emstandard\_opt3

### 伽马

光电效应

光电。SubType=12 BuildTable=0

从200千伏到100TeV的LambdaPrime表，分174个舱位。

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== LivermorePhElectric : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV SauterGavrila Fluo?

康普顿散射

compt:SubType=13 BuildTable=1

从10eV到1MeV的Lambda表，20仓/十年，花键：1个LambdaPrime表，从1MeV到100TeV，160仓。

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== KleinNishina : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Fluo?

伽马转换

conv：SubType=14 BuildTable=1

λ表从1.022 MeV到100 TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== BetheHeitlerLPM : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV ModifiedTsai?

雷利散射

Rayl:SubType=11 BuildTable=1

从10eV到100keV的Lambda表，20仓/十年，花键：0 LambdaPrime表从100keV到100TeV，180仓。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

LivermoreRayleigh：Emin= 0 eV Emax=100 TeV CullenGenerator。

### e-

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.04, stepLimType:3, latDisp: 1, skin= 1, geomFactor= 2.5。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

(下一页继续)

(接上页)

UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax=100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV

配对生产 ePairProd:SubType=4

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表25x1001；从0.1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ePairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

从阈值到100TeV的羊达表，20次/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== MollerBhabha : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV deltaVI。

CSDA范围表，最高达1 GeV，160个箱体。

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

从阈值到100TeV的Lambda表，20个宾格/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ====== eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV AngularGen2BS。

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV AngularGen2BS。

### e+

正电子湮灭

annihil: integral:1 SubType=5 BuildTable=0。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eplus2gg : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.04, stepLimType:3, latDisp: 1, skin= 1, geomFactor= 2.5。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV。

配对生产 ePairProd:SubType=4

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表25x1001；从0.1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ePairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

从阈值到100TeV的羊达表，20次/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.1 mm)，integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== MollerBhabha : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV deltaVI。

CSDA范围表，最高达1 GeV，160个箱体。

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

从阈值到100TeV的Lambda表，20个宾格/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

(下一页继续)

### 质子

(接上页)

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ====== eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV AngularGen2BS。

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV AngularGen2BS。

停止核试验

NuclearStopping。SubType=8 BuildTable=0

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ====== ICRU49NucStopping : Emin= 0 eV Emax= 1 MeV.

强子多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。可

在'混合'散射中与库仑散射相结合 SubType=algorithm. msc: 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV。

强子子bremsstrahlung hBrems: 子类型=3

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子对生产 hPairProd:SubType=4

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表17x1001；从7.50618GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩数+

电离

hIoni: 子类型=2

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

从阈值到100TeV的羊达表，20次/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.05 mm)，integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 2 MeV deltaVI。

BetheBloch：Emin= 2 MeV Emax=100 TeV deltaVI CSDA范围表，在160个区间内达到1 GeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1, polarAngLim(deg)=180。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV。

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1

(下一页继续)

### 3.14. Tables by constructor 41

Sampling table 21x1001; from 1 GeV to 100 TeV

(接上页)

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

从阈值到100TeV的羊达表，20次/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.05 mm)，integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 200 keV deltaVI

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV deltaVI MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV

CSDA范围表，最高达1 GeV，160个箱体。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1, polarAngLim(deg)=180。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== UrbanMsc : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV。

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 Sampling table 21x1001; from 1 GeV to 100 TeV

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx和范围表，从10 eV到100 TeV，共260个箱。

从阈值到100TeV的羊达表，20次/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.05 mm)，integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== ICRU73QO : Emin= 0 eV Emax= 200 keV deltaVI

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV deltaVI MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV

CSDA范围表，最高达1 GeV，160个箱体。

## emstandard\_opt4

### 伽马

光电效应

光电。SubType=12 BuildTable=0

从200千伏到100TeV的LambdaPrime表，分174个舱位。

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== LivermorePhElectric : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV SauterGavrila Fluo?

康普顿散射

(下一页继续)

(接上页)

compt:SubType=13 BuildTable=1

Lambda table from 100 eV to 1 MeV, 20 bins/decade, spline: 1 LambdaPrime table from 1 MeV to 100 TeV in 160 bins

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== LowEPComptonModel : Emin= 0 eV Emax= 20 MeV Fluo

KleinNishina : Emin= 20 MeV Emax= 100 TeV Fluo

伽马转换

conv：SubType=14 BuildTable=1

λ表从1.022 MeV到100 TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== BetheHeitler5D : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV ModifiedTsai

雷利散射

Rayl:SubType=11 BuildTable=1

Lambda table from 100 eV to 100 keV, 20 bins/decade, spline: 0 LambdaPrime table from 100 keV to 100 TeV in 180 bins

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

LivermoreRayleigh：Emin= 0 eV Emax=100 TeV CullenGenerator。

### e-

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from 100 MeV to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.08, stepLimType: 2, latDisp: 1

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== GoudsmitSaunderson : Emin= 0 eV Emax= 100 MeV Nbins=120 100 eV - 100 MeV

WentzelVIUni : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV Nbins=120 100 MeV - 100 TeV

配对生产 ePairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表25x1001；从0.1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ePairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.2, 0.01 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== LowEnergyIoni : Emin= 0 eV Emax= 100 keV deltaVI

MollerBhabha : Emin= 100 keV Emax= 100 TeV deltaVI CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个宾格/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

(下一页继续)

(接上页)

eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV AngularGen2BS eBremLPM : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV AngularGen2BS

### e+

库仑散射。弹性散射的模拟

单个事件。可与多个

散射，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from 100 MeV to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

正电子湮灭

annihil: integral:1 SubType=5 BuildTable=0。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eplus2gg : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.08, stepLimType: 2, latDisp: 1

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== GoudsmitSaunderson : Emin= 0 eV Emax= 100 MeV Nbins=120 100 eV - 100 MeV

WentzelVIUni : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV Nbins=120 100 MeV - 100 TeV

配对生产 ePairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表25x1001；从0.1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ePairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.2, 0.01 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== PenIoni : Emin= 0 eV Emax= 100 keV

MollerBhabha : Emin= 100 keV Emax= 100 TeV deltaVI CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个宾格/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ====== eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV AngularGen2BS。

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV AngularGen2BS。

### 质子

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

(下一页继续)

### 44 第三章 电磁物理构造者电磁物理构造者

(接上页)

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。可

在'混合'散射中与库仑散射相结合 SubType=algorithm. msc: 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV

强子子bremsstrahlung hBrems: 子类型=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子对生产 hPairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表17x1001；从7.50618GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩数+

电离

hIoni: 子类型=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.1, 0.02 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 2 MeV deltaVI。

BetheBloch : Emin= 2 MeV Emax= 100 TeV deltaVI CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

(下一页继续)

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

(接上页)

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 Sampling table 21x1001; from 1 GeV to 100 TeV

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.1, 0.02 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 200 keV deltaVI

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV deltaVI MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV

CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 Sampling table 21x1001; from 1 GeV to 100 TeV

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.1, 0.02 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== ICRU73QO : Emin= 0 eV Emax= 200 keV deltaVI

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV deltaVI MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV

CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

## Livermore

### 伽马

光电效应

光电。SubType=12 BuildTable=0

从200千伏到100TeV的LambdaPrime表，分174个舱位。

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== LivermorePhElectric : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV SauterGavrila Fluo?

康普顿散射

compt:SubType=13 BuildTable=1

Lambda table from 100 eV to 1 MeV, 20 bins/decade, spline: 1 LambdaPrime table from 1 MeV to 100 TeV in 160 bins

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== LivermoreCompton : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV Fluo

KleinNishina : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV Fluo

伽马转换

conv：SubType=14 BuildTable=1

λ表从1.022 MeV到100 TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== BetheHeitler5D : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV ModifiedTsai

雷利散射

Rayl:SubType=11 BuildTable=1

Lambda table from 100 eV to 100 keV, 20 bins/decade, spline: 0 LambdaPrime table from 100 keV to 100 TeV in 180 bins

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

LivermoreRayleigh：Emin= 0 eV Emax=100 TeV CullenGenerator。

### e-

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from 100 MeV to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.08, stepLimType: 2, latDisp: 1

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== GoudsmitSaunderson : Emin= 0 eV Emax= 100 MeV Nbins=120 100 eV - 100 MeV

WentzelVIUni : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV Nbins=120 100 MeV - 100 TeV

配对生产 ePairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表25x1001；从0.1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ePairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.2, 0.01 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

(下一页继续)

### 3.14. Tables by constructor 47

(接上页)

LowEnergyIoni : Emin= 0 eV Emax= 100 keV deltaVI MollerBhabha : Emin= 100 keV Emax= 100 TeV deltaVI

CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个宾格/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ====== eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV AngularGen2BS。

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV AngularGen2BS。

### e+

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from 100 MeV to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

正电子湮灭

annihil: integral:1 SubType=5 BuildTable=0。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eplus2gg : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.08, stepLimType: 2, latDisp: 1

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== GoudsmitSaunderson : Emin= 0 eV Emax= 100 MeV Nbins=120 100 eV - 100 MeV

WentzelVIUni : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV Nbins=120 100 MeV - 100 TeV

配对生产 ePairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表25x1001；从0.1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ePairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.2, 0.01 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== EM models for G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== MollerBhabha : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV deltaVI。

CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个宾格/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ====== eBremSB : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV AngularGen2BS。

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV AngularGen2BS。

### 质子

**48 第三章 电磁物理构造者电磁物理构造者**

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。可

在'混合'散射中与库仑散射相结合 SubType=algorithm. msc: 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV

强子子bremsstrahlung hBrems: 子类型=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子对生产 hPairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表17x1001；从7.50618GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩数+

电离

hIoni: 子类型=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的羊达表，20次/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.05 mm)，integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 2 MeV deltaVI。

BetheBloch : Emin= 2 MeV Emax= 100 TeV deltaVI CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

(下一页继续)

(接上页)

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 Sampling table 21x1001; from 1 GeV to 100 TeV

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的羊达表，20次/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.05 mm)，integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 200 keV deltaVI

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV deltaVI MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV

CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 Sampling table 21x1001; from 1 GeV to 100 TeV

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.2, 0.05 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

ICRU73QO : Emin= 0 eV Emax= 200 keV deltaVI

(下一页继续)

(接上页)

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV deltaVI MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV

CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

## Penelope

### 伽马

光电效应

光电。SubType=12 BuildTable=0

从200千伏到100TeV的LambdaPrime表，分174个舱位。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== PenPhotoElec : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV Fluo

PhotoElectric : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV SauterGavrila Fluo

康普顿散射

compt:SubType=13 BuildTable=1

Lambda table from 100 eV to 1 MeV, 20 bins/decade, spline: 1 LambdaPrime table from 1 MeV to 100 TeV in 160 bins

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== PenCompton : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV Fluo

KleinNishina : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV Fluo

伽马转换

conv：SubType=14 BuildTable=1

λ表从1.022 MeV到100 TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== PenConversion : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV

BetheHeitlerLPM : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV ModifiedTsai

雷利散射

Rayl:SubType=11 BuildTable=1

Lambda table from 100 eV to 100 keV, 20 bins/decade, spline: 0 LambdaPrime table from 100 keV to 100 TeV in 180 bins

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

PenRayleigh : Emin= 0 eV Emax= 100 GeV

### e-

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from 100 MeV to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.08, stepLimType: 2, latDisp: 1

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== GoudsmitSaunderson : Emin= 0 eV Emax= 100 MeV Nbins=120 100 eV - 100 MeV

WentzelVIUni : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV Nbins=120 100 MeV - 100 TeV

配对生产 ePairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

(下一页继续)

Sampling table 25x1001; from 0.1 GeV to 100 TeV

(接上页)

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ePairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.2, 0.01 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== PenIoni : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV

MollerBhabha : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个宾格/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

PenBrem : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV ModifiedTsai。

### e+

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from 100 MeV to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV。

正电子湮灭

annihil: integral:1 SubType=5 BuildTable=0。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

PenAnnih : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV eplus2gg : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV

多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.08, stepLimType: 2, latDisp: 1

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== GoudsmitSaunderson : Emin= 0 eV Emax= 100 MeV Nbins=120 100 eV - 100 MeV

WentzelVIUni : Emin= 100 MeV Emax= 100 TeV Nbins=120 100 MeV - 100 TeV

配对生产 ePairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表25x1001；从0.1GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ePairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

电离

eIoni: 子类型=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.2, 0.01 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

PenIoni : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV

(下一页继续)

(接上页)

MollerBhabha : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

Bremsstrahlung eBrem:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个宾格/十年，花键：1 LPM标志：1 for E > 1 GeV，VertexHighEnergyTh(GeV)= 100000。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

PenBrem : Emin= 0 eV Emax= 1 GeV

eBremLPM：Emin= 1 GeV Emax=100 TeV ModifiedTsai。

### 质子

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子多重散射。模拟步骤末弹性散射的综合效应，以节省计算时间。可

在'混合'散射中与库仑散射相结合 SubType=algorithm. msc: 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV

强子子bremsstrahlung hBrems: 子类型=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

强子对生产 hPairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的Lambda表，20个基数/十年，花键：1个采样表17x1001；从7.50618GeV到100TeV。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== hPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩数+

电离

hIoni: 子类型=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 StepFunction=(0.2, 0.05 mm), integ: 1, fluct: 1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 2 MeV。

BetheBloch : Emin= 2 MeV Emax= 100 TeV CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1

(下一页继续)

### 3.14. Tables by constructor 53

ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

(接上页)

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 Sampling table 21x1001; from 1 GeV to 100 TeV

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

### 亩

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的羊达表，20次/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.05 mm)，integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== Bragg : Emin= 0 eV Emax= 200 keV。

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV。

CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

库仑散射。弹性散射的模拟

单独的事件。可与多重散射结合使用，其中库仑散射用于硬碰撞（大角度），多重散射用于软碰撞。

CoulombScat: integral:1 SubType=1 BuildTable=1

Lambda table from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 ThetaMin(p) < Theta(degree) < 180; pLimit(GeV^1)= 0.139531

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== eCoulombScattering : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子多重散射。在步骤结束时模拟弹性散射的综合效应，以节省计算时间。在"混合"散射算法中，可与库仑散射相结合。

msc: 子类型= 10

RangeFactor= 0.2, stepLimType:0, latDisp: 1, polarAngLim(deg)=180。

===== EM models for the G4Region DefaultRegionForTheWorld ====== WentzelVIUni : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV Nbins=240 100 eV - 100 TeV

沐子轫辐射 muBrems:SubType=3

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

λ表从阈值到100TeV，20个基数/十年，花键：1。

===== G4区域的电磁模型 DefaultRegionForTheWorld ======

MuBrem : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV

(下一页继续)

(接上页)

配对生产 muPairProd:SubType=4

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

Lambda tables from threshold to 100 TeV, 20 bins/decade, spline: 1 Sampling table 21x1001; from 1 GeV to 100 TeV

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== muPairProd : Emin= 0 eV Emax= 100 TeV。

沐子电离 muIoni:SubType=2

dE/dx and range tables from 100 eV to 100 TeV in 240 bins

从阈值到100TeV的羊达表，20次/十年，花键：1 StepFunction=(0.2, 0.05 mm)，integ: 1, fluct:1, linLossLim= 0.01

===== G4Region DefaultRegionForTheWorld的电磁模型 ====== ICRU73QO : Emin= 0 eV Emax= 200 keV。

BetheBloch : Emin= 200 keV Emax= 1 GeV MuBetheBloch : Emin= 1 GeV Emax= 100 TeV。

CSDA range table up to 1 GeV in 140 bins

# Tables by particle

## Gamma

Table 3.1: Models used for gamma processes for different EM physics constructors.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| title | Rayleigh | Photoelectric | Compton | 伽马转换 |
| Opt0 | Livermor-  eRayleigh 0-100 TeV | LivermorePhElectric  0-100 TeV | KleinNishina 0-100 TeV | BetheHeitlerLPM 0-100  TeV |
| Opt1 | none | LivermorePhElectric  0-100 TeV | KleinNishina 0-100 TeV | BetheHeitlerLPM 0-100  TeV |
| Opt2 | none | PhotoElectric 0-100 TeV | KleinNishina 0-100 TeV | BetheHeitlerLPM 0-100  TeV |
| Opt3 | Livermor-  eRayleigh 0-100 TeV | LivermorePhElectric  0-100 TeV | KleinNishina 0-100 TeV | BetheHeitlerLPM 0-100  TeV |
| Opt4 | Livermor-  eRayleigh 0-100 TeV | LivermorePhElectric  0-100 TeV | LowEPComptonModel 0-20  MeV KleinNishina 20 MeV-100 TeV | BetheHeitler5D 0-100 TeV |
| Livermore | Livermor-  eRayleigh 0-100 TeV | LivermorePhElectric  0-100 TeV | LivermoreCompton 0-1 GeV  KleinNishina 1 GeV-100 TeV | BetheHeitler5D 0-100 TeV |
| Penelope | PenRayleigh  0-100 GeV | PenPhotoElec 0-1 GeV  PhotoElectric 1 GeV-100 TeV | PenCompton 0-1 GeV  KleinNishina 1 GeV-100 TeV | PenConversion 0-1 GeV  BetheHeitlerLPM 1 GeV-100 TeV |

## Electron

Table 3.2: Models used for electron processes for different EM physics constructors.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Coulomb  scattering | Multiple scattering | Pair  pro- duction | 电离 | Bremsstrahlung |
| Opt0 | eCoulombScat-  tering 100 MeV-100 TeV | UrbanMsc 0-100 MeV  WentzelVIUni 100 MeV-100 TeV | none | MollerBhabha 0-100  TeV | eBremSB 0-1 GeV  eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| Opt1 | eCoulombScat-  tering 100 MeV-100 TeV | UrbanMsc 0-100 MeV;  WentzelVIUni 100 MeV-100 TeV | none | MollerBhabha 0-100  TeV | eBremSB 0-1 GeV  eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| Opt2 | eCoulombScat-  tering 100 MeV-100 TeV | UrbanMsc 0-100 MeV  WentzelVIUni 100 MeV-100 TeV | none | MollerBhabha 0-100  TeV | eBremSB 0-1 GeV  eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| Opt3 | none | UrbanMsc 0-100 TeV | ePair-  Prod 0-100  TeV | MollerBhabha 0-100  TeV | eBremSB 0-1 GeV  eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| Opt4 | eCoulombScat-  tering 100 MeV-10 TeV | GoudsmitSaunderson  0-100 MeV WentzelVIUni  100 MeV-100 TeV | ePair-  Prod 0-100  TeV | LowEnergyIoni 0-100  keV MollerBhabha 100 keV-100 TeV | eBremSB 0-1 GeV  eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| Livermore | eCoulombScat-  tering 100 MeV-100 TeV | GoudsmitSaunderson  0-100 MeV WentzelVIUni  100 MeV-100 TeV | ePair-  Prod 0-100  TeV | LowEnergyIoni 0-100  keV MollerBhabha 100 keV-100 TeV | eBremSB 0-1 GeV  eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| Penelope | eCoulombScat-  tering 100 MeV-100 TeV | GoudsmitSaunderson  0-100 MeV WentzelVIUni  100 MeV-100 TeV | ePair-  Prod 0-100  TeV | PenIoni 0-1 GeV  MollerBhabha 1 GeV-100 TeV | PenBrem 0-1 GeV  eBremLPM 1 GeV-100 TeV |

## Positron

Table 3.3: Models used for positron processes for different EM physics constructors.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Coulomb  scattering | Multiple scattering | Pair  pro- duc- tion | 电离 | Annihilation | Bremsstrahlung |
| Opt0 | eCoulomb-  Scattering 100  MeV-100  TeV | UrbanMsc 0-100 MeV  WentzelVIUni 100 MeV-100 TeV | none | MollerBhabha  0-100 TeV | eplus2gg | eBremSB 0-1  GeV eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| 0-100 TeV |
|  |
|  |
| Opt1 | eCoulomb-  Scattering 100  MeV-100  TeV | UrbanMsc 0-100 MeV  WentzelVIUni 100 MeV-100 TeV | none | MollerBhabha  0-100 TeV | eplus2gg | eBremSB 0-1  GeV eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| 0-100 TeV |
|  |
|  |
| Opt2 | eCoulomb-  Scattering 100  MeV-100  TeV | UrbanMsc 0-100 MeV  WentzelVIUni 100 MeV-100 TeV | none | MollerBhabha  0-100 TeV | eplus2gg | eBremSB 0-1  GeV eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| 0-100 TeV |
|  |
|  |
| Opt3 | none | UrbanMsc 0-100 TeV | ePair-  Prod 0-100  TeV | MollerBhabha  0-100 TeV | eplus2gg  0-100 TeV | eBremSB 0-1  GeV eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| Opt4 | eCoulomb-  Scattering 100  MeV-100  TeV | GoudsmitSaunderson  0-100 MeV  WentzelVIUni 100 MeV-100 TeV | ePair- | PenIoni 0-100 | eplus2gg | eBremSB 0-1  GeV eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| Prod | keV | 0-100 TeV |
| 0-100 | MollerBhabha |  |
| TeV | 100 keV-100  TeV |  |
| Livermore | eCoulomb-  Scattering 100  MeV-100  TeV | GoudsmitSaunderson  0-100 MeV  WentzelVIUni 100 MeV-100 TeV | ePair- | MollerBhabha  0-100 TeV | eplus2gg | eBremSB 0-1  GeV eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| Prod | 0-100 TeV |
| 0-100 |  |
| TeV |  |
| Penelope | eCoulomb-  Scattering 100  MeV-100  TeV | GoudsmitSaunderson  0-100 MeV  WentzelVIUni 100 MeV-100 TeV | ePair- | PenIoni 0-1 GeV  MollerBhabha 1 GeV-100 TeV | PenAnnih 0-1  GeV eplus2gg 1 GeV-100  TeV | PenBrem 0-1  GeV eBremLPM 1 GeV-100 TeV |
| Prod |
| 0-100  TeV |

**CHAPTER**

# FOUR

**STATUS OF THIS DOCUMENT**

Guide describing Physics Lists and their possible application in more detail.

* + - * Rev 1.0: First sphinx version implemented for GEANT4 Release 10.4, 8th Dec 2017
      * Rev 2.0: Updates and fixes in documentatio for GEANT4 Release 10.4, 15th May 2018
      * Rev 3.0: GEANT4 Release 10.5, 11th December 2018
      * Rev 3.1: GEANT4 Updates and fixes - especially to search functionality, 5th March 2019
      * Rev 4.0: GEANT4 Release 10.6, 6th December 2019

**Guide For Physics Lists, Release 10.6**

# BIBLIOGRAPHY

[eal06] J. Allison et al. Geant4 developments and applications. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 53:270–278, feb 2006. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1610988/?reload=true>, [doi:10.1109/TNS.2006.869826](https://doi.org/10.1109/TNS.2006.869826).

[eal16] J. Allison et al. Recent developments in geant4. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 835:186–225, nov 2016. URL: [https:](https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125)

[//doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125](https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125), [doi:10.1016/j.nima.2016.06.125](https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125).

[eal09] J. Apostolakis et al. Geometry and physics of the geant4 toolkit for high and medium energy applications. *Radiation Physics and Chemistry*, 78(10):859–873, oct 2009. URL: [https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.](https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.04.026) [2009.04.026](https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.04.026), [doi:10.1016/j.radphyschem.2009.04.026](https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.04.026).

[eal03] S. Agostinelli et al. Geant4—a simulation toolkit. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Sec- tion A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 506(3):250–303, jul 2003. URL: <https://doi.org/10.1016/S0168-9002(03)01368-8>, [doi:10.1016/s0168-9002(03)01368-8](https://doi.org/10.1016/s0168-9002(03)01368-8).

[eal16] J. Allison et al. Recent developments in geant4. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 835:186–225, nov 2016. URL: [https:](https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125)

[//doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125](https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125), [doi:10.1016/j.nima.2016.06.125](https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125).

[eal11] A.V. Ivantchenko et al. Geant4 hadronic physics for space radiation environment. *International Journal of Radiation Biology*, 88(1-2):171–175, sep 2011. URL: <https://doi.org/10.3109/09553002.2011.610865>, [doi:10.3109/09553002.2011.610865](https://doi.org/10.3109/09553002.2011.610865).

[eal09] J. Apostolakis et al. Geometry and physics of the geant4 toolkit for high and medium energy applications. *Radiation Physics and Chemistry*, 78(10):859–873, oct 2009. URL: [https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.](https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.04.026) [2009.04.026](https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.04.026), [doi:10.1016/j.radphyschem.2009.04.026](https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.04.026).

[eal16] J. Allison et al. Recent developments in geant4. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 835:186–225, nov 2016. URL: [https:](https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125)

[//doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125](https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125), [doi:10.1016/j.nima.2016.06.125](https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.125).

[eal09] J. Apostolakis et al. Geometry and physics of the geant4 toolkit for high and medium energy applications. *Radiation Physics and Chemistry*, 78(10):859–873, oct 2009. URL: [https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.](https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.04.026) [2009.04.026](https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.04.026), [doi:10.1016/j.radphyschem.2009.04.026](https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.04.026).

[eal11] V. Ivanchenko et al. Recent improvements in geant4 electromagnetic physics models and interfaces. *Progress in NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY*, 2:898–903, oct 2011. URL: [http://www.aesj.or.jp/publication/](http://www.aesj.or.jp/publication/pnst002/data/898-903.pdf) [pnst002/data/898-903.pdf](http://www.aesj.or.jp/publication/pnst002/data/898-903.pdf).