



SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7

升级指南

升级指南

SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7

本书将引导您完成 SUSE Linux Enterprise Server 的升级。如果您使用 SUSE Linux Enterprise Server 作为其他 SLE 产品或扩展的基础系统，另请参见这些产品的文档，以了解与此产品或扩展相关的升级信息。

出版日期：2025 年 9 月 23 日

<https://documentation.suse.com> 

版权所有 © 2006–2025 SUSE LLC 和撰稿人。保留所有权利。

根据 GNU 自由文档许可证 (GNU Free Documentation License) 版本 1.2 或（根据您的选择）版本 1.3 中的条款，在此授予您复制、分发和/或修改本文档的权限；本版权声明和许可证附带不可变部分。许可版本 1.2 的副本包含在“GNU Free Documentation License”部分。

有关 SUSE 商标，请参见 <https://www.suse.com/company/legal/> 。所有第三方商标均是其各自所有者的财产。商标符号（®、™ 等）代表 SUSE 及其关联公司的商标。星号 (*) 代表第三方商标。

本指南力求涵盖所有细节，但这不能确保本指南准确无误。SUSE LLC 及其关联公司、作者和译者对于可能出现的错误或由此造成的后果皆不承担责任。

目录

前言 viii

1 可用文档 viii

2 改进文档 viii

3 文档约定 ix

4 支持 xi

SUSE Linux Enterprise Server 支持声明 xii • 技术预览 xii

1 生命周期和支持 1

1.1 术语 1

1.2 产品生命周期 3

1.3 模块依赖项和生命周期 4

1.4 生成定期生命周期报告 4

1.5 支持级别 5

1.6 使用 SUSEConnect 注册和取消注册计算机 7

1.7 启用 LTSS 支持 8

1.8 识别 SLE 版本 8

2 升级路径和方法 10

2.1 升级与全新安装 10

2.2 联机和脱机升级 10

2.3 支持的 SLES 15 SP7 升级和迁移路径 11

3 准备升级 15

- 3.1 确保系统是最新的 15
- 3.2 阅读发行说明 16
- 3.3 创建备份 16
- 3.4 检查可用磁盘空间 17
 - 检查非 Btrfs 文件系统上的磁盘空间 17 • 检查 Btrfs 根文件系统上的磁盘空间 17
- 3.5 列出已安装的软件包和储存库 18
- 3.6 禁用 LTSS 扩展 19
- 3.7 迁移 PostgreSQL 数据库 20
- 3.8 迁移 MySQL 或 MariaDB 数据库 23
- 3.9 创建用于 Java 应用程序的非 MD5 服务器证书 24
- 3.10 关闭虚拟机 Guest 25
- 3.11 调整 SMT 客户端设置 25
- 3.12 AutoYaST 配置文件中的更改（从 SLE 12 到 15） 26
- 3.13 升级订阅管理工具 (SMT) 服务器 26
- 3.14 暂时禁用内核多版本支持 27
- 3.15 调整 resume 引导参数 27
- 3.16 在 IBM Z 上升级 28
- 3.17 IBM POWER：启动 X 服务器 28

4 脱机升级 29

- 4.1 概念概述 29
- 4.2 从安装媒体启动升级 29

- 4.3 从网络来源启动升级 30
 - 通过网络安装源手动升级 — 从 DVD 引导 30 • 通过网络安装源手动升级 — 通过 PXE 引导 31
- 4.4 升级 SUSE Linux Enterprise 31
- 4.5 使用 AutoYaST 升级 33
- 4.6 使用 SUSE Multi-Linux Manager 升级 33
- 4.7 回滚后更新注册状态 34
- 4.8 注册系统 34
- 5 联机升级 36**
 - 5.1 概念概述 36
 - 5.2 服务包迁移工作流程 37
 - 5.3 取消服务包迁移 37
 - 5.4 使用在线迁移工具 (YaST) 升级 38
 - 5.5 使用 Zypper 升级 39
 - 5.6 使用 Plain Zypper 升级 41
 - 5.7 回滚服务包 43
 - 5.8 使用 SUSE Multi-Linux Manager 升级 45
 - 5.9 从 openSUSE Leap 升级到 SUSE Linux Enterprise Server 45
 - 使用 **yast2 migration** 升级 46 • 使用 **yast2 migration_sle** 升级 47
- 6 完成升级 49**
 - 6.1 检查旧软件包 49
 - 6.2 检查配置文件 50

6.3 启用 Python 3 模块 50

6.4 重新设置 XFS v4 设备的格式 51

7 源代码向后移植 52

7.1 向后移植的原因 52

7.2 不向后移植的原因 53

7.3 向后移植对版本号解读的影响 53

7.4 检查已修复的 Bug 和向后移植的功能 54

A GNU licenses 55

前言

1 可用文档

联机文档

可在 <https://documentation.suse.com> 上查看我们的联机文档。您可浏览或下载各种格式的文档。



注意：最新更新

最新的更新通常会在本文档的英文版中提供。

SUSE 知识库

如果您遇到问题，请参考 <https://www.suse.com/support/kb/> 上提供的联机技术信息文档 (TID)。在 SUSE 知识库中搜索根据客户需求提供的已知解决方案。

发行说明

有关发行说明，请参见 <https://www.suse.com/releasesnotes/>。

在您的系统上

如需脱机使用，您也可在系统的 `/usr/share/doc/release-notes` 下找到该发行说明。各软件包的相应文档可在 `/usr/share/doc/packages` 中找到。

许多命令的**手册页**中也对相应命令进行了说明。要查看手册页，请运行 `man` 后跟特定的命令名。如果系统上未安装 `man` 命令，请使用 `sudo zypper install man` 加以安装。

2 改进文档

欢迎您提供针对本文档的反馈及改进建议。您可以通过以下渠道提供反馈：

服务请求和支持

有关产品可用的服务和支持选项，请参见 <https://www.suse.com/support/>。

要创建服务请求，需在 SUSE Customer Center 中注册订阅的 SUSE 产品。请前往 <https://scc.suse.com/support/requests> 并登录，然后单击新建。

Bug 报告

在 <https://bugzilla.suse.com/> 中报告文档问题。

要简化此过程，请点击本文档 HTML 版本中标题旁边的报告问题图标。这样会在 Bugzilla 中预先选择正确的产品和类别，并添加当前章节的链接。然后，您便可以立即开始键入 Bug 报告。

需要一个 Bugzilla 帐户。

贡献

要帮助改进本文档，请点击本文档 HTML 版本中标题旁边的 Edit Source document（编辑源文档）图标。然后您会转到 GitHub 上的源代码，可以在其中提出拉取请求。

需要一个 GitHub 帐户。



注意： Edit source document（编辑源文档）仅适用于英语版本

Edit source document（编辑源文档）图标仅适用于每个文档的英语版本。对于所有其他语言，请改用报告问题图标。

有关用于本文档的文档环境的详细信息，请参见储存库的 README。

邮件

您也可以将有关本文档的错误以及反馈发送至 doc-team@suse.com。请在其中包含文档标题、产品版本和文档发布日期。此外，请包含相关的章节号和标题（或者提供 URL），并提供问题的简要说明。

3 文档约定

本文档中使用了以下通知和排版约定：

- /etc/passwd：目录名称和文件名
- PLACEHOLDER：请将 PLACEHOLDER 替换为实际值
- PATH：环境变量
- ls、--help：命令、选项和参数

- user: 用户或组的名称
- package_name: 软件包的名称
- **Alt**、**Alt + F1**: 按键或组合键。按键以大写字母显示，与键盘上的一样。
- 文件、文件 > 另存为: 菜单项、按钮
- **AMD/Intel** 本段内容仅与 AMD64/Intel 64 体系结构相关。箭头标记文本块的开始位置和结束位置。 
- **IBM Z, POWER** 本段内容仅与 IBM Z 和 POWER 体系结构相关。箭头标记文本块的开始位置和结束位置。 
- Chapter 1, “Example chapter”: 对本指南中其他章节的交叉引用。
- 必须使用 root 特权运行的命令。您还可以在这些命令前加上 sudo 命令，以非特权用户身份来运行它们:

```
# command
> sudo command
```

- 非特权用户也可以运行的命令:

```
> command
```

- 可以通过一行末尾处的反斜线字符 (\) 拆分成两行或多行的命令。反斜线告知外壳命令调用将会在该行末尾后面继续:

```
> echo a b \
c d
```

- 显示命令（前面有一个提示符）和外壳返回的相应输出的代码块:

```
> command
output
```

- 注意事项



警告：警报通知

在继续操作之前，您必须了解的关键性信息。向您指出有关安全问题、潜在数据丢失、硬件损害或物理危害的警告。



重要：重要通知

在继续操作之前，您必须了解的重要信息。



注意：注意通知

额外信息，例如有关软件版本差异的信息。



提示：提示通知

有用信息，例如指导方针或实用性建议。

- 精简通知



额外信息，例如有关软件版本差异的信息。



有用信息，例如指导方针或实用性建议。

4 支持

下面提供了 SUSE Linux Enterprise Server 的支持声明和有关技术预览的一般信息。有关产品生命周期的细节，请参见 <https://www.suse.com/lifecycle>。

如果您有权获享支持，可在 <https://documentation.suse.com/sles-15/html/SLES-all/cha-adm-support.html> 中查找有关如何收集支持票据所需信息的细节。

4.1 SUSE Linux Enterprise Server 支持声明

要获得支持，您需要订阅适当的 SUSE 产品。要查看为您提供的具体支持服务，请前往 <https://www.suse.com/support/> 并选择您的产品。

支持级别的定义如下：

L1

问题判定，该技术支持级别旨在提供兼容性信息、使用支持、持续维护、信息收集，以及使用可用文档进行基本查错。

L2

问题隔离，该技术支持级别旨在分析数据、重现客户问题、隔离问题区域，并针对级别 1 不能解决的问题提供解决方法，或完成准备工作以提交级别 3 处理。

L3

问题解决，该技术支持级别旨在借助工程方法解决级别 2 支持所确定的产品缺陷。

对于签约客户与合作伙伴，SUSE Linux Enterprise Server 包含除以下项目外的其他所有软件包的 L3 支持：

- 技术预览。
- 声音、图形、字体和作品。
- 需要额外客户合同的软件包。
- **Workstation Extension** 模块随附的某些软件包仅享受 L2 支持。
- 名称以 `-devel` 结尾的软件包（包含头文件和类似的开发人员资源）只能与其主软件包一起获得支持。

SUSE 仅支持使用原始软件包，即，未发生更改且未重新编译的软件包。

4.2 技术预览

技术预览是 SUSE 提供的旨在让用户大致体验未来创新的各种软件包、堆栈或功能。随附这些技术预览只是为了提供方便，让您有机会在自己的环境中测试新的技术。非常希望您能提供反馈。如果您测试了技术预览，请联系 SUSE 代表，将您的体验和用例告知他们。您的反馈对于我们的未来开发非常有帮助。

技术预览存在以下限制：

- 技术预览仍处于开发阶段。因此，它们可能在功能上不完整、不稳定，或者**不适合**生产用途。
- 技术预览**不受支持**。
- 技术预览可能仅适用于特定的硬件体系结构。
- 技术预览的细节和功能可能随时会发生变化。因此，可能无法升级到技术预览的后续版本，而只能进行全新安装。
- SUSE 可能会发现某个预览不符合客户或市场需求，或者未遵循企业标准。技术预览可能会随时从产品中删除。SUSE 不承诺未来将提供此类技术的受支持版本。

如需大致了解产品随附的技术预览，请参见 <https://www.suse.com/releasesnotes> 上的发行说明。

1 生命周期和支持

本章提供有关术语、SUSE 产品生命周期和服务包版本，以及建议的升级策略的背景信息。

1.1 术语

本节使用了一些术语。要理解这些信息，请阅读以下定义：

向后移植

向后移植是指通过较新版本的软件采取特定的更改，然后将这些更改应用到较旧版本的做法。最常见的用例是修复较旧软件组件中的安全漏洞。通常，它也是用于提供增强或新功能（不太常见）的维护模型的一部分。

增量 RPM

增量 RPM 仅包含某个软件包的两个已定义版本之间的有区别二进制文件，因此其下载大小最小。安装前，需要在本地计算机上重建完整 rpm 软件包。

下游

开放源代码领域中的软件开发方式的形象说法（与**上游**相对）。**下游**一词指从上游将源代码与其他软件集成，从而构建供最终用户使用的发行套件的人员或组织，例如 SUSE。因此，软件将从其开发者开始，通过集成者向下游流向最终用户。

扩展， 附加产品

扩展和第三方附加产品为 SUSE Linux Enterprise Server 提供了额外的产品价值功能。它们由 SUSE 及 SUSE 的合作伙伴提供，并且在基本产品 SUSE Linux Enterprise Server 的基础上注册和安装。

LTSS

LTSS 是 Long Term Service Pack Support 的缩写，它以 SUSE Linux Enterprise Server 扩展的形式提供。

主要版本,

正式发布 (GA) 版本

SUSE Linux Enterprise (或任何软件产品) 的主要版本是一个新版本, 其中会引入新功能和工具、停用先前弃用的组件, 并加入一些不向后兼容的更改。例如, SUSE Linux Enterprise 12 或 15 是主要版本。

迁移

使用联机更新工具或安装媒体更新到某个服务包 (SP), 以安装相应的补丁。它会将安装的系统的所有软件包更新到最新状态。

迁移目标

系统可迁移到的兼容产品, 包含产品/扩展的版本以及储存库的 URL。迁移目标随时间而变化, 并依赖于安装的扩展。可以选择多个迁移目标。

模块

模块是 SUSE Linux Enterprise Server 中受到完全支持的组件, 具有不同的生命周期。它们都有明确定义的范围, 只通过联机通道提供。要订阅 SUSE Customer Center、RMT (Repository Mirroring Tool) 或 SUSE Multi-Linux Manager, 必须先在这些通道中注册。

软件包

软件包是 rpm 格式的压缩文件, 其中包含特定程序的所有文件, 包括配置、示例和文档等可选组件。

补丁

补丁由一个或多个包组成, 可通过增量 RPM 方式应用。它也可能带来尚未安装的软件包的依赖项。

服务包 (SP)

服务包将几个补丁合并到便于安装或部署的一个组织体中。服务包是有编号的并通常包含安全性修复、更新、升级或程序增强。

上游

开放源代码领域中的软件开发方式的形象说法 (与**下游**相对)。**上游**一词表示以源代码形式分发的软件的原始项目、作者或维护者。反馈、补丁、功能增强或其他改进措施将从最终用户或贡献者流向上游开发者。开发者决定是要集成还是拒绝请求。

如果项目成员决定集成请求, 则会在更新版本的软件中显示这一点。接受的请求将为所有相关方带来好处。

如果某个请求未被接受，则可能是因其他原因而遭到拒绝。可能是请求处于不符合项目准则的状态、请求无效或已集成，或者不符合项目的利益或路线图。未被接受的请求会给上游开发者带来不利，因为他们需要将其补丁与上游代码同步。通常会避免这种做法，但有时仍有必要予以采取。

更新

安装某个软件包的较新**次要**版本，其中通常包含安全修复或 Bug 修复。

升级

安装软件包或分发包的更新**主要**版本，这回引入**新功能**。有关升级选项的区别，请参见第 2.2 节 “**联机和脱机升级**”。

1.2 产品生命周期

SUSE 的产品生命周期如下：

- SUSE Linux Enterprise Server 的生命周期为 13 年：10 年标准支持和 3 年扩展支持。
- SUSE Linux Enterprise Desktop 的生命周期为 10 年：7 年的标准支持，3 年的扩展支持。
- 主要版本每 4 年发行一次。服务包每 12-14 个月发行一次。

新服务包发行后，SUSE 对以前的服务包的支持会延续 6 个月。图 1.1 “**主要版本和服务包**”描述了以上某些方面。

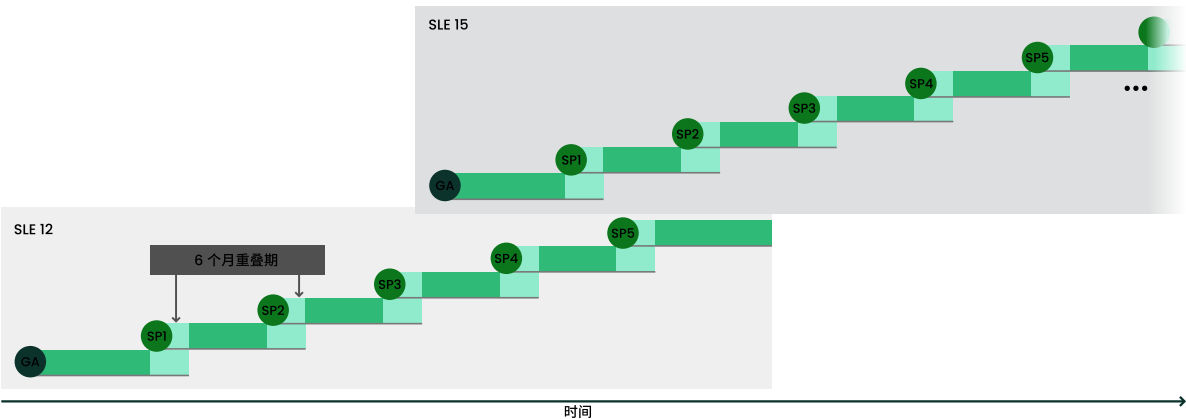


图 1.1：主要版本和服务包

如果您需要更多的时间来设计、验证和测试您的升级计划，长期服务包支持可以延长支持期，让您额外获得以 12 个月为增量的 12 到 36 个月的支持。如此，对于任何服务包，您一共可以得到 2 到 5 年的支持。有关详细信息，请参见 图 1.2 “长期服务包支持”。

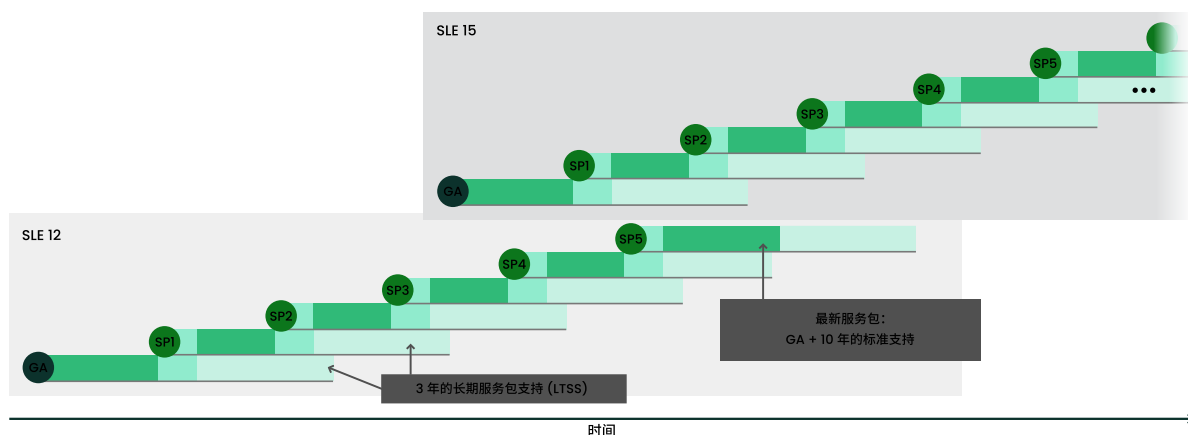


图 1.2：长期服务包支持

有关详细信息，请参见 <https://www.suse.com/products/long-term-service-pack-support/>。

有关生命周期、发行频率和更迭期支持期限的详细信息，请参见 <https://www.suse.com/lifecycle>。

1.3 模块依赖项和生命周期

有关模块、其依赖项和生命周期的列表，请参见《模块和扩展快速入门》文章。

1.4 生成定期生命周期报告

SUSE Linux Enterprise Server 可定期检查所有已安装产品的支持状态变动，如有变动，则会通过电子邮件发送报告。要生成报告，请使用 **zypper in zypper-lifecycle-plugin** 安装 **zypper-lifecycle-plugin**。

使用 **systemctl** 命令在系统上启用报告生成功能：

```
> sudo systemctl enable lifecycle-report.timer
```

您可使用任何文本编辑器，在文件 `/etc/sysconfig/lifecycle-report` 中配置报告电子邮件的收件人和主题，以及生成报告的时间段。`MAIL_TO` 和 `MAIL_SUBJ` 设置分别定义邮件收件人和主题，而 `DAYS` 则设置生成报告的间隔。

报告显示的是更改发生之后（而不是之前）的支持状态更改。如果更改是在最后一份报告生成之后立即发生的，则您最长可能需要 14 天才会收到更改通知。在设置 `DAYS` 选项时，需考虑到这一点。更改以下配置项可满足您的需要：

```
MAIL_TO='root@localhost'
MAIL_SUBJ='Lifecycle report'
DAYS=14
```

最新报告可在文件 `/var/lib/lifecycle/report` 中获得。该文件包含两个部分。第一段告知对所使用产品的支持已结束。第二部分列出包以及它们的支持结束日期和更新可用性。

1.5 支持级别

扩展支持级别的范围从第 10 年开始直至第 13 年。这些包含持续的 L3 工程级别诊断和反应性关键 bug 修复。具有这些支持级别，您将接收到针对以下漏洞的更新：内核中可被轻易利用的 root 漏洞，以及其他无需用户交互即可直接执行的 root 漏洞。此外，它们还支持现有的工作负载、软件堆栈和硬件，其中只对少数包不提供支持。表 1.1 “安全更新和 Bug 修复” 中提供了概览。

表 1.1：安全更新和 BUG 修复

	最新服务包 (SP) 的标准支持			上个 SP 的标准支持，含 LTSS	含 LTSS 的扩展支持
功能	第 1-5 年	第 6-7 年	第 8-10 年	第 4-10 年	第 10-13 年
技术服务	是	是	是	是	是
可访问补丁和修复	是	是	是	是	是

	最新服务包 (SP) 的标准支持			上个 SP 的标准支持, 含 LTSS	含 LTSS 的扩展支持
功能	第 1-5 年	第 6-7 年	第 8-10 年	第 4-10 年	第 10-13 年
可访问文档和知识库	是	是	是	是	是
支持现有堆栈和工作负载	是	是	是	是	是
支持新部署	是	是	受限制（根据合作伙伴和客户要求）	受限制（根据合作伙伴和客户要求）	否
增强请求	是	受限制（根据合作伙伴和客户要求）	受限制（根据合作伙伴和客户要求）	否	否
硬件支持与优化	是	受限制（根据合作伙伴和客户要求）	受限制（根据合作伙伴和客户要求）	否	否
通过 SUSE SolidDriver 程序（前身为 PLDP）进行驱动程序更新	是	是	受限制（根据合作伙伴和客户要求）	受限制（根据合作伙伴和客户要求）	否
从最新 SP 向后移植修复	是	是	受限制（根据合作伙伴和客户要求）	不适用	不适用
安全更新 ¹	所有	所有	所有	仅关键	仅关键

	最新服务包 (SP) 的标准支持			上个 SP 的标准支持, 含 LTSS	含 LTSS 的扩展支持
功能	第 1-5 年	第 6-7 年	第 8-10 年	第 4-10 年	第 10-13 年
缺陷解决方法	是	是	受限制 (仅限严重性级别 1 和 2 缺陷)	受限制 (仅限严重性级别 1 和 2 缺陷)	受限制 (仅限严重性级别 1 和 2 缺陷)

¹ 有关 SUSE Linux Enterprise 更新政策的更多信息, 请参见下面的[知识库文章 \(https://www.suse.com/support/kb/doc/?id=000018318\)](https://www.suse.com/support/kb/doc/?id=000018318)。

1.6 使用 SUSEConnect 注册和取消注册计算机

注册时, 系统将从 SUSE Customer Center (请参见 <https://scc.suse.com/>) 或本地注册代理 (如 SMT) 接收储存库。储存库名称会映射到该客户中心内的特定 URI。要列出系统上所有可用的储存库, 请按如下方式使用 **zypper**:

```
# zypper repos -u
```

这会显示系统上所有可用储存库的列表。每个储存库的别名、名称都会列出, 并会指出它是否已启用且会刷新。使用选项 **-u** 还可以获取储存库的来源 URI。

要注册您的计算机, 请运行 SUSEConnect, 例如:

```
# SUSEConnect -r REGCODE
```

要取消注册计算机, 也可以使用 SUSEConnect:

```
# SUSEConnect --de-register
```

要查看本地安装的产品及其状态, 请使用以下命令:

```
# SUSEConnect -s
```

1.7 启用 LTSS 支持

Long Term Service Pack Support (LTSS) 延长了 SUSE Linux Enterprise Server 的生命周期。此支持以扩展的形式提供。有关 LTSS 的详细信息，请参见 <https://www.suse.com/products/long-term-service-pack-support/> 

要启用 LTSS 扩展，请执行以下步骤：

1. 确保已通过订阅满足 LTSS 条件的产品注册您的系统。如果尚未注册系统，请运行以下命令：

```
> sudo SUSEConnect -r REGISTRATION_CODE -e EMAIL_ADDRESS
```

2. 确保 LTSS 扩展可用于您的系统：

```
> sudo SUSEConnect --list-extensions | grep LTSS
SUSE Linux Enterprise Server LTSS 15 SP7 x86_64
Activate with: SUSEConnect -p SLES-LTSS/15.7/x86_64 -r ADDITIONAL REGCODE
```

3. 按指示激活该模块：

```
> sudo SUSEConnect -p SLES-LTSS/15.7/x86_64 -r REGISTRATION_CODE
```

1.8 识别 SLE 版本

如果需要识别所安装 SLE 的版本，请查看文件 `/etc/os-release` 的内容。

可以使用 **zypper** 获取计算机可读的 XML 输出：

```
> zypper --no-remote --no-refresh --xmlout --non-interactive products -i
<?xml version='1.0'?>
<stream>
<product-list>
<product name="SLES" version="15" release="0" epoch="0" arch="x86_64"
  vendor="SUSE" summary="SUSE Linux Enterprise Server 15" repo="@System"
  productline="sles" registerrelease="" shortname="SLES15" flavor=""
  isbase="true" installed="true"><endoflife time_t="0" text="0"/><registerflavor/
><description>SUSE Linux Enterprise offers [...]</description></product>
```

```
</product-list>  
</stream>
```

2 升级路径和方法

SUSE® Linux Enterprise (SLE) 允许将现有系统升级到较新的版本或服务包。不需新安装。主目录和数据目录以及系统配置等现有数据将保持不变。您可以从本地 CD 或 DVD 驱动器或从中央网络安装源进行更新。

2.1 升级与全新安装

SUSE 支持在两个 SUSE Linux Enterprise Server 主要版本之间进行升级。是进行升级还是执行全新安装更好，这取决于特定的场景。虽然升级涉及的操作更少，但全新安装可确保您受益于新版本的所有新功能，例如磁盘布局更改、特定的文件系统功能和其他改进。因此，为了充分利用您的系统，SUSE 建议在大多数情况下都执行全新安装。

无论要进行升级还是全新安装，客户都需要检查系统设置和默认值是否仍然符合其要求。

如果要从特定版本的一个服务包更新到同一代码流的另一个服务包，SUSE 建议进行就地升级，而不执行全新安装。尽管如此，由于某些原因或者在某些情境下，客户还是可能会在此情况下执行全新安装。只能由客户来决定哪种方式更合适。

2.2 联机 and 脱机升级

SUSE 支持以下升级和迁移方法。有关术语的详细信息，请参见第 1.1 节“术语”。这些方法如下：

联机

从正在运行的操作系统本身（系统处于启动和正在运行的状态）执行升级。示例：在通过 SUSE Customer Center 或 Repository Mirroring Tool (RMT)、经由 SUSE Multi-Linux Manager 的 Salt 策略建立连接后，使用 Zypper 或 YaST 进行联机更新。

有关详细信息，请参见第 5 章“联机升级”。

在同一主要版本的服务包之间迁移时，建议使用下面两种方法：第 5.4 节“使用在线迁移工具 (YaST) 升级”或第 5.5 节“使用 Zypper 升级”。

脱机

脱机升级意味着要升级的操作系统**未**运行（系统处于关闭状态）。相反，此过程会引导目标操作系统的安装程序（例如，通过安装媒体、网络或本地引导加载程序）并执行升级。有关详细信息，请参见 [第 4 章 “脱机升级”](#)。

！ 重要：SUSE Multi-Linux Manager 客户端

如果您的计算机由 SUSE Multi-Linux Manager 管理，请按照 SUSE Multi-Linux Manager 文档中的说明对其进行更新。您可以查看 <https://documentation.suse.com/multi-linux-manager/> 上的 SUSE Multi-Linux Manager Upgrade Guide，了解 Client Migration 过程。

2.3 支持的 SLES 15 SP7 升级和迁移路径

在执行任何迁移操作之前，请阅读 [第 3 章 “准备升级”](#)。

！ 重要：不支持跨体系结构升级

不支持跨体系结构升级！例如从 32 位版本的 SUSE Linux Enterprise Server 升级到 64 位版本，或者从大字节序升级到小字节序。

具体而言，**不支持**从 SLE 11 on POWER（大字节序）升级到 SLE 15 SP7 on POWER（新增：小字节序！）。

另外，由于 SUSE Linux Enterprise 15 只有 64 位版本，因此**不支持**从任何 32 位 SUSE Linux Enterprise 11 系统升级到 SUSE Linux Enterprise 15 和更高版本。

要跨体系结构升级，需执行全新安装。

📄 注意：跳过服务包

最简单的升级路径是按顺序安装所有服务包。对于 SUSE Linux Enterprise 15 产品线（GA 和后续服务包），虽然从技术上来说从其中一个服务包升级到任何其他服务包（跳过中间的若干服务包）都是可行的，但我们并不正式支持此类升级。对于受支持的升级路径，最多只能跳过两个服务包，并且在启动升级之前，您的系统需要处于受支持的级别

（即在超出常规支持后，需要是完全升级的 LTSS）。例如，**不支持**从 SLE 15 SP1 升级到 15 SP4，因为 SP1 在 SP4 发布之前已超出常规支持范围。但是，支持从 SLE 15 SP1 LTSS 升级到 15 SP4 或 SP3 LTSS。

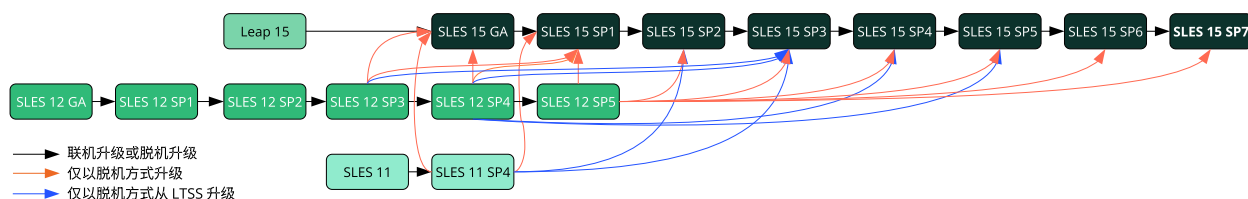


图 2.1：支持的升级路径概述

警告：升级数据库

此处所述的升级路径只适用于作为计算机操作系统的 SUSE Linux Enterprise，而不适用于其运行的所有应用程序。如果您使用了 PostgreSQL 或 MariaDB 数据库等工作负载，则可能需要进行中间操作系统升级以升级您的应用程序。

升级操作系统之前，请参见 [发行说明 \(https://www.suse.com/releasesnotes/\)](https://www.suse.com/releasesnotes/)  以了解有关数据库版本的信息。如果提供了新的主要版本，请参见第 3 章 “准备升级” 以了解升级说明。

每个版本支持的升级路径

从 SUSE Linux Enterprise Server 11 升级

不支持直接从 SLES 11 升级。您的版本至少需为 SLES 11 SP4，并且只能先升级到 SLES 15 SP3，然后才能升级到 SLES 15 SP7。

如果无法执行全新安装，请先将已安装的 SLES 11 服务包升级到

SLES 11 SP4。SLES 11 SP4 Deployment Guide (<https://doc.suse.com/sles/11-SP4/html/SLES-all/book-sle-deployment.html>)  中介绍了此升级过程。接下来，以脱机升级方式升级到 SLES 15 SP3。SLES 15 SP3 Deployment Guide (<https://doc.suse.com/sles/15-SP3/html/SLES-all/book-sle-deployment.html>)  中介绍了此升级过程。然后按照本指南中的说明升级到 SLES 15 SP7。

从 SUSE Linux Enterprise Server 12 GA/SP1/SP2/SP3/SP4 升级

不支持从 SLES 12 SP4 或更早的服务包直接升级。您的版本至少需为 SLES 12 SP5，才能升级到 SLES 15 SP7。

如果无法执行全新安装，请先将已安装的 SLES 12 服务包升级到 SLES 12 SP5。SLES 12 SP5 Deployment Guide (<https://doc.suse.com/sles/12-SP5/html/SLES-all/book-sle-deployment.html>)  中介绍了此升级过程。

从 SUSE Linux Enterprise Server 12 SP5 升级

要从 SLES 12 SP5 升级，仅支持采用脱机升级方式。有关细节，请参见第 4 章 “脱机升级”。

从 SUSE Linux Enterprise Server 15 GA/SP1/SP2/SP3/SP4/SP5 升级

不再支持直接从 SLES 15 GA、SP1、SP2、SP3、SP4 或 SP5 升级。您的版本至少需为 SLES 15 SP6，才能升级到 SLES 15 SP7。

从附带 LTSS 或 ESPOS 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1/SP2/SP3 升级

不支持直接从附带 LTSS 或 ESPOS 的 SLES 15 SP1、SP2 或 SP3 升级。您的版本至少需为附带 LTSS 或 ESPOS 的 SLES 15 SP4，才能升级到 SLES 15 SP7。

首先，将安装的 SLES 15 服务包升级到 SLES 15 SP4。SLES 15 SP4 Upgrade Guide (<https://doc.suse.com/sles/15-SP4/html/SLES-all/book-sle-upgrade.html>)  中介绍了此升级过程。然后按照本指南中的说明升级到 SLES 15 SP7。

从附带 LTSS 或 ESPOS 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4/SP5 升级

支持采用联机和脱机方式从附带 LTSS 或 ESPOS 的 SLES 15 SP4 或 SP5 升级。有关细节，请参见第 2.2 节 “联机 and 脱机升级”。

从 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 升级

支持采用联机和脱机方式从 SLES 15 SP6 升级。有关细节，请参见第 2.2 节 “联机 and 脱机升级”。

升级 SUSE Linux Enterprise 公有云 Guest

有关升级公有云中 SLE Guest 的说明，请参见 Using the SUSE Distribution Migration System (<https://doc.suse.com/suse-distribution-migration-system/1.0/single-html/distribution-migration-system/>) .

从 openSUSE Leap 15.0/15.1/15.2/15.3/15.4/15.5 升级

不再支持直接从 openSUSE Leap 15.0、15.1、15.2、15.3、15.4 或 15.5 升级。您的版本至少需为 openSUSE Leap 15.6，才能升级到 SLES 15 SP7。

从 openSUSE Leap 15.6/15.7 升级

支持从 openSUSE Leap 15.6 或 15.7 升级。请参见第 5.9 节 “从 openSUSE Leap 升级到 SUSE Linux Enterprise Server”。仅支持升级安装的 Leap 服务器。



注意：Extended Service Pack Overlap Support (ESPOS)

对于某些产品，SUSE 根据与 LTSS 相同的条件提供 Extended Service Pack Overlap Support (ESPOS)。有关 ESPOS 的详细信息，请参见相应 SUSE Linux Enterprise 产品的文档和[产品生命周期支持政策 \(https://www.suse.com/support/policy-products/\)](https://www.suse.com/support/policy-products/)  网页。

3 准备升级

在开始升级过程之前，请确保您的系统已准备妥当。准备工作包括备份数据、查看发行说明，以及其他工作。本章将指导您完成这些步骤。

3.1 确保系统是最新的

仅支持从最新的修补级别升级系统。通过运行 **zypper patch** 或启动 YaST 模块 **Online-Update**，确保已安装最新的系统更新。



注意：SUSE Linux Enterprise 15 的新的 4096 位签名密钥

2023 年年中，SUSE Linux Enterprise 15 产品系列使用的签名密钥从 RSA 2048 位密钥改为新的 RSA 4096 位密钥。更改范围涵盖 RPM 软件包、软件包储存库和 ISO 签名。不再更新的旧储存库和改换之日前发布的 RPM 将继续使用旧的 2048 位密钥签名。

在 SLE 15 SP4 / SP5 以及 SLE 15 SP1、SP2 和 SP3 的 LTSS 版本上，如果您更新系统，新密钥将自动从 `suse-build-key` 软件包导入到 RPM 密钥环中。

如果密钥尚未导入，您可以使用以下命令手动导入：

```
> sudo rpm --import /usr/lib/rpm/gnupg/keys/gpg-  
pubkey-3fa1d6ce-63c9481c.asc
```

如果您运行的是旧版 SLE 或者您之前未导入新密钥，升级期间系统会要求您确认该密钥可信。确保指纹匹配：

```
pub    rsa4096/0xF74F09BC3FA1D6CE 2023-01-19 [SC] [expires: 2027-01-18]  
Key fingerprint = 7F00 9157 B127 B994 D5CF BE76 F74F 09BC 3FA1 D6CE  
uid          SUSE Package Signing Key <build@suse.de>
```

并且已导入为了灾难恢复目的保留的 4096 位 RSA 密钥：

```
pub    rsa4096/0xA1BFC02BD588DC46 2023-01-19 [SC] [expires: 2033-01-16]  
Key fingerprint = B56E 5601 41D8 F654 2DFF 3BF9 A1BF C02B D588 DC46  
uid          SUSE Package Signing Key (reserve key) <build@suse.de>
```

可以使用以下命令手动导入此密钥：

```
> sudo rpm --import /usr/lib/rpm/gnupg/keys/gpg-pubkey-  
d588dc46-63c939db.asc
```

您可在安装媒体和 SUSE 网站 (<https://www.suse.com/support/security/keys/>) 中找到这两个密钥。

3.2 阅读发行说明

在[发行说明](https://www.suse.com/releasesnotes/) (<https://www.suse.com/releasesnotes/>) 中可以找到所有更改、新功能和已知问题的列表。安装媒体上的 `docu` 目录中也提供了发行说明。

发行说明通常只包含两个连续的版本之间的更改。如果您跳过了一个或多个服务包，另请检查所跳过服务包的发行说明。

查看发行说明以确定：

- 您的硬件是否有特殊注意事项
- 当前所使用的任何软件包是否发生了重大更改
- 您的安装是否需要特殊预防措施

3.3 创建备份

升级前，将现有配置文件复制到另一个媒体（例如磁带设备、可卸硬盘等）以备份数据。这主要适用于存储在 `/etc` 中的文件，以及 `/var` 和 `/opt` 中的一些目录和文件。最好将 `/home`（`HOME` 目录）中的用户数据也写入备份媒体。

以 `root` 身份备份所有数据。只有 `root` 对所有本地文件具有足够的权限。

如果您已在 YaST 中选择更新现有系统安装模式，则可以选择在以后的某个时间执行（系统）备份。您可以选择包含所有修改过的文件和 `/etc/sysconfig` 目录中的文件。但是，此备份尚不完整，因为缺少了上述所有其他重要目录。在 `/var/adm/backup` 目录中查找备份。

3.4 检查可用磁盘空间

从旧版本到新版本，软件的大小有增长的趋势。因此，在进行更新之前，请查看可用分区空间。如果您怀疑磁盘空间不足，请先备份数据，再通过调整分区大小等方法来增大可用空间。对于每个分区应该具有多少空间，没有一般的经验可以借鉴。空间要求取决于特定的分区配置文件和选定的软件。



注意：在 YaST 中自动检查是否有足够空间

在更新过程中，YaST 会检查可用磁盘空间的容量，并在安装大小可能超出可用空间时向用户显示警告。在该情况下，执行更新会导致**系统不可用**！只有在您完全了解自己要进行的操作的情况下（通过事先测试），才能跳过警告继续更新。

3.4.1 检查非 Btrfs 文件系统上的磁盘空间

使用 **df** 命令可列出可用磁盘空间。例如，在例 3.1 “使用 **df -h** 列出” 中，根分区为 /dev/sda3（作为 / 挂载）。

例 3.1：使用 **df -h** 列出

Filesystem	Size	Used	Avail	Use%	Mounted on
/dev/sda3	74G	22G	53G	29%	/
tmpfs	506M	0	506M	0%	/dev/shm
/dev/sda5	116G	5.8G	111G	5%	/home
/dev/sda1	44G	4G	40G	9%	/data

3.4.2 检查 Btrfs 根文件系统上的磁盘空间

在 Btrfs 文件系统上，**df** 的输出可能有误导性，因为除了原始数据分配的空间以外，Btrfs 文件系统还会为元数据分配并使用空间。

因此，即使看上去仍有大量的可用空间，Btrfs 文件系统也可能会报告空间不足。发生这种情况时，为元数据分配的全部空间都已用尽。有关如何检查 Btrfs 文件系统上的已用空间和可用空间的详细信息，请参见《存储管理指南》，第 1 章 “Linux 中文件系统的概述”，第 1.2.2.3 节 “检查可用空间”。详情请参见 `man 8 btrfs-filessystem` 和 <https://btrfs.wiki.kernel.org/index.php/FAQ>。

如果在计算机上使用 Btrfs 作为根文件系统，请确保有足够的可用空间。检查所有挂载分区上的可用空间。在最坏的情况下，升级过程需要将当前根文件系统的所有磁盘空间（不含 `/.snapshot`）用于存放新快照。

下列建议已证实值得采纳：

- 包含 Btrfs 在内的所有文件系统需有足够的可用磁盘空间用于下载和安装大型 RPM。只有在安装新 RPM 之后，旧 RPM 的空间才会释放。
- 对于包含快照的 Btrfs，至少需要有当前安装所需的可用空间。建议提供两倍于当前安装大小的可用空间。

如果没有足够的可用空间，您可以尝试使用 `snapper` 删除旧快照：

```
# snapper list
# snapper delete NUMBER
```

但这种做法并不总是有用。在迁移之前，大多数快照只会占用极少的空间。

3.5 列出已安装的软件包和储存库

可以保存已安装软件包的列表；例如，在全新安装某个新的主要 SLE 版本或还原到旧版本时就是如此。



注意

请注意，并非所有已安装的软件包或使用的储存库在 SUSE Linux Enterprise 的较新版本中都可用。有些软件包或储存库可能已被重命名，有些可能已被取代。还有可能提供的一些软件包只是用于旧版，而默认会使用另一个替代它的软件包。因此，可能需要对文件进行一些手动编辑。您可使用任何文本编辑器进行编辑。

1. 创建包含全部所用储存库列表的文件 `repositories.bak.repo`:

```
# zypper lr -e repositories.bak
```

2. 另外，创建包含所有已安装软件包的列表的文件 `installed-software.bak`:

```
# rpm -qa --queryformat '%{NAME}\n' > installed-software.bak
```

3. 备份这两个文件。使用以下命令可恢复储存库和已安装的软件包:

```
# zypper ar repositories.bak.repo
# zypper install $(cat installed-software.bak)
```



注意：更新到新的主要版本后，软件包数量会相应增加

升级到新主要版本的系统 (SLE X+1) 包含的软件包可能会比初始系统 (SLE X) 的多，也会比选择相同软件集执行的 SLE X+1 全新安装所包含的软件包多。原因如下:

- 软件包经过拆分，以便用户能以更高的粒度选择软件包。例如，SLE 11 上的 37 个 `texlive` 软件包已拆分成 SLE 15 上的 3000 多个软件包。
- 拆分某个软件包后，在升级过程中会安装所有新软件包，以与旧版本保持相同的功能。但是，SLE X+1 全新安装的新默认设置可能不会安装所有软件包。
- 出于兼容原因，可能会保留 SLE X 中的旧软件包。
- 软件包依赖项和软件集范围可能已发生变化。

3.6 禁用 LTSS 扩展

如果您将享有长期服务包支持 (LTSS) 的 SUSE Linux Enterprise Server 系统升级到只享有标准支持的版本，升级将会失败，并显示错误 `No migration available`。之所以发生此情况，是因为 `zypper migration` 会尝试迁移所有储存库，但新版本尚无 LTSS 储存库。

要解决该问题，请在升级前先禁用 LTSS 扩展。

1. 检查是否启用了 LTSS 扩展：

```
> sudo SUSEConnect --list-extensions | grep LTSS
SUSE Linux Enterprise Server LTSS 12 SP4 x86_64 (Installed)
Deactivate with: SUSEConnect -d -p SLES-LTSS/12.4/x86_64
```

2. 运行上方 **SUSEConnect** 输出中显示的命令禁用 LTSS 扩展：

```
> sudo SUSEConnect -d -p SLES-LTSS/12.4/x86_64
Deregistered SUSE Linux Enterprise Server LTSS 12 SP4 x86_64
To server: https://scc.suse.com/
```

3. 使用 **zypper lr** 校验 LTSS 储存库已不存在。

3.7 迁移 PostgreSQL 数据库

SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 随附 PostgreSQL 数据库版本 14、15 和 16。虽然默认版本是 16，但我们仍会通过 **Legacy** 模块提供版本 14 和 15，以便您可以从 SUSE Linux Enterprise Server 的早期版本升级。

由于需要完成数据库的迁移工作，因此无法使用自动升级过程。您需要手动执行从一个版本到另一个版本的迁移。

迁移过程通过使用 **pg_upgrade** 命令执行，这种方法可替代传统的转储并重新加载。与“转储并重新加载”方法相比，**pg_upgrade** 可以减少迁移耗费的时间。

每个 PostgreSQL 版本的程序文件储存在不同版本的相关目录中。例如，版本 9.6 的文件存储在 `/usr/lib/postgresql96/` 中，版本 10 的存储在 `/usr/lib/postgresql10/` 中，版本 13 的存储在 `/usr/lib/postgres13/` 中。请注意，PostgreSQL 主要版本 9.6 与 10 的版本控制策略有所不同。有关详细信息，请参见 <https://www.postgresql.org/support/versioning/>。

❗ 重要：从 SLE 11 升级

从 SLE 11 升级时，`postgresql94` 将被卸载，不能用于将数据库迁移到更高版本的 PostgreSQL。因此，在这种情况下，请确保先迁移 PostgreSQL 数据库，**然后再**升级系统。

以下过程描述如何将数据库从版本 12 迁移到版本 13。使用不同的版本作为起始或目标时，请相应地替换版本号。

要进行数据库迁移，请执行以下操作：

1. 确保满足以下先决条件：

- 如果尚未通过维护更新将旧 PostgreSQL 版本的任何软件包升级到最新版本，请执行该操作。
- 创建现有数据库的备份。
- 安装新 PostgreSQL 主要版本的软件包。对于 SLE 15 SP7，这意味着安装 `postgresql13-server` 及其依赖的所有软件包。
- 安装包含 `pg_upgrade` 命令的 `postgresql13-contrib` 软件包。
- 确保 PostgreSQL 数据区域（默认为 `/var/lib/pgsql/data`）中有足够的可用空间。如果空间不足，请对每个数据库使用以下 SQL 命令，以尝试减少大小（这可能需要花费很长时间！）：

```
VACUUM FULL
```

2. 使用以下任一命令停止 PostgreSQL 服务器：

```
# /usr/sbin/rcpostgresql stop
```

或

```
# systemctl stop postgresql.service
```

（取决于要用作升级起始版本的 SLE 版本）。

3. 重命名旧数据目录：

```
# mv /var/lib/pgsql/data /var/lib/pgsql/data.old
```

4. 使用 `initdb` 手动初始化新数据库实例，或者启动 PostgreSQL 再将其停止，让数据库实例自动初始化：

```
# /usr/sbin/rcpostgresql start
# /usr/sbin/rcpostgresql stop
```

或

```
# systemctl start postgresql.service
# systemctl stop postgresql.service
```

(取决于要用作升级起始版本的 SLE 版本)。

5. 如果您在旧版本中更改了配置文件，请考虑将这些更改转移到新配置文件。这可能会影响文件 `postgresql.auto.conf`、`postgresql.conf`、`pg_hba.conf` 和 `pg_ident.conf`。这些文件的旧版本位于 `/var/lib/pgsql/data.old/` 中，新版本可在 `/var/lib/pgsql/data` 中找到。

请注意，不建议复制旧配置文件，因为这可能会重写新选项、新默认值和已更改的注释。

6. 以 `postgres` 用户身份启动迁移过程：

```
# su - postgres
postgres > pg_upgrade \
  --old-datadir "/var/lib/pgsql/data.old" \
  --new-datadir "/var/lib/pgsql/data" \
  --old-bindir "/usr/lib/postgresql12/bin/" \
  --new-bindir "/usr/lib/postgresql13/bin/"
```

7. 使用以下任一命令启动新数据库实例：

```
# /usr/sbin/rcpostgresql start
```

或

```
# systemctl start postgresql.service
```

(取决于要用作升级起始版本的 SLE 版本)。

8. 检查迁移是否成功。测试范围取决于用例，没有通用的工具可用来自动完成此步骤。
9. 去除所有旧 PostgreSQL 包和旧数据目录：

```
# zypper search -s postgresql12| xargs zypper rm -u
# rm -rf /var/lib/pgsql/data.old
```

有关升级数据库或使用逻辑复制等替代方法的详细信息，请参见官方 PostgreSQL 文档 (<https://www.postgresql.org/docs/13/upgrading.html>)。

3.8 迁移 MySQL 或 MariaDB 数据库

从 SUSE Linux Enterprise 12 开始，SUSE 已从 MySQL 转移到 MariaDB。在开始任何升级操作之前，强烈建议您备份数据库。

要进行数据库迁移，请执行以下操作：

1. 创建转储文件：

```
# mysqldump -u root -p --all-databases --add-drop-database >
mysql_backup.sql
```

默认情况下，**mysqldump** 不会转储 `INFORMATION_SCHEMA` 或 `performance_schema` 数据库。有关详细信息，请参见 <https://mariadb.com/kb/en/mariadb-dumpmysqldump/>。

2. 将转储文件、配置文件 `/etc/my.cnf` 和目录 `/etc/mysql/` 存放在安全位置，以备日后调查（**不要**用于安装！）。
3. 执行 SUSE Linux Enterprise Server 升级。升级后，以前的配置文件 `/etc/my.cnf` 将保持不变。可以在 `/etc/my.cnf.rpmnew` 文件中找到新配置。
4. 根据需要配置 MariaDB 数据库。**不要**使用以前的配置文件和目录，只是将其用作提示，并对其进行调整。
5. 确保启动 MariaDB 服务器：

```
# systemctl start mariadb
```

如果您希望每次引导时都启动 MariaDB 服务器，请启用以下服务：

```
# systemctl enable mariadb
```

6. 通过连接数据库来校验 MariaDB 是否正常运行：

```
# mariadb -u root -p
```

3.9 创建用于 Java 应用程序的非 MD5 服务器证书

作为安全措施，Java 中不再支持基于 MD5 的证书。如果您之前创建的证书是 MD5 证书，请执行以下步骤重新创建证书：

1. 打开终端窗口并以 root 身份登录。
2. 创建一个私用密钥：

```
# openssl genrsa -out server.key 1024
```

如果需要强度更高的密钥，请将 1024 替换为更大的数字，例如 4096。

3. 创建证书签名请求 (CSR)：

```
# openssl req -new -key server.key -out server.csr
```

4. 对证书自我签名：

```
# openssl x509 -req -days 365 -in server.csr -signkey server.key -out  
server.crt
```

5. 创建 PEM 文件：

```
# cat server.key server.crt > server.pem
```

6. 将文件 server.crt、server.csr、server.key 和 server.pem 分别存放在可以找到密钥的目录中。例如，对于 Tomcat，此目录为 /etc/tomcat/ssl/。

3.10 关闭虚拟机 Guest

如果您的计算机充当 KVM 或 Xen 的 VM 主机服务器，请确保在更新前正常关闭所有正在运行的 VM Guest。否则，更新后您可能无法访问 guest。

3.11 调整 SMT 客户端设置

如果您要升级的计算机已注册为 SMT 服务器的客户端，请注意以下事项：

检查主机上 **clientSetup4SMT.sh** 脚本的版本是否是最新的。来自旧版 SMT 的 **clientSetup4SMT.sh** 无法管理 SMT 12 客户端。如果您在 SMT 服务器上定期应用软件补丁，您始终可以在 `<SMT_HOSTNAME>/repo/tools/clientSetup4SMT.sh` 处找到 **clientSetup4SMT.sh** 的最新版本。

如果将计算机升级到更高版本的 SUSE Linux Enterprise Server 失败，请按[过程 3.1](#)中所述从 SMT 服务器中取消注册该计算机。然后重新启动升级过程。

过程 3.1：从 SMT 服务器中取消注册 SUSE LINUX ENTERPRISE 客户端

1. 登录客户端计算机。
2. 以下步骤根据客户端的当前操作系统而异：
 - 对于 SUSE Linux Enterprise 11，请执行以下命令：

```
> sudo suse_register -E
> sudo rm -f /etc/SUSEConnect
> sudo rm -rf /etc/zypp/credentials.d/*
> sudo rm -rf /etc/zypp/repos.d/*
> sudo rm -f /etc/zypp/services.d/*
> sudo rm -f /var/cache/SuseRegister/*
> sudo rm -f /etc/suseRegister*
> sudo rm -f /var/cache/SuseRegister/lastzmdconfig.cache
> sudo rm -f /etc/zmd/deviceid
> sudo rm -f /etc/zmd/secret
```

- 对于 SUSE Linux Enterprise 12，请执行以下命令：

```
> sudo SUSEConnect --de-register
```

```
> sudo SUSEConnect --cleanup
> sudo rm -f /etc/SUSEConnect
> sudo rm -rf /etc/zypp/credentials.d/*
> sudo rm -rf /etc/zypp/repos.d/*
> sudo rm -f /etc/zypp/services.d/*
```

3. 登录 SMT 服务器。

4. 列出所有客户端注册，以检查是否已成功取消注册该客户端：

```
> sudo smt-list-registrations
```

5. 如果该客户端的主机名仍旧列在此命令的输出中，请从第一列获取该客户端的 Unique ID。（可能列出了该客户端的多个 ID。）

6. 删除此客户端的注册：

```
> sudo smt-delete-registration -g UNIQUE_ID
```

7. 如果列出了该客户端的多个 ID，请针对每个唯一 ID 重复上述步骤。

8. 重新运行以下命令，以检查现在是否已成功取消注册该客户端：

```
> sudo smt-list-registrations
```

3.12 AutoYaST 配置文件中的更改（从 SLE 12 到 15）

要了解如何迁移 AutoYaST 配置文件，请参见《AutoYaST 指南》，附录 D 章“SLE 12 与 15 中的 AutoYaST 配置文件之间的差异”。

3.13 升级订阅管理工具 (SMT) 服务器

对于运行 SMT 的服务器，需要执行特殊的升级过程。请参见《Repository Mirroring Tool 指南》中的《储存库镜像工具指南》，第 3 章“从 SMT 迁移到 RMT”。

3.14 暂时禁用内核多版本支持

SUSE Linux Enterprise Server 允许您在 `/etc/zypp/zypp.conf` 中启用相应设置来安装多个内核版本。为了升级到某个服务包，需要暂时禁用对此功能的支持。当更新成功完成后，可以重新启用多版本支持。要禁用多版本支持，请对 `/etc/zypp/zypp.conf` 中的相应行加上注释。结果应类似如下内容：

```
#multiversion = provides:multiversion(kernel)
#multiversion.kernels = latest,running
```

要在成功更新后重新激活此功能，请去除注释符号。有关多版本支持的详细信息，请参见《管理指南》，第 27 章“安装多个内核版本”，第 27.1 节“启用和配置多版本支持”。

3.15 调整 resume 引导参数

在已安装 SUSE Linux Enterprise Server 12 或更早版本的系统上，`/etc/default/grub` 中的默认内核命令行中可能包含 `resume` 参数，该参数使用设备节点名称（例如 `/dev/sda1`）来表示休眠（暂停到磁盘）设备。由于设备节点名称不会永久存在，可能会在重引导后更改，因此强烈建议指定固定的名称。否则，升级后的系统可能会在重引导时挂起。

1. 查找休眠设备：

```
> sudo grep resume /etc/default/grub
GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="resume=/dev/sda1 splash=silent quiet showopts"
```

休眠设备为 `/dev/sda1`。如果该命令未返回任何结果，则表示未配置休眠。

2. 获取 `/dev/sda1` 的 UUID：

```
> sudo blkid /dev/vda1
/dev/vda1: UUID="a1d1f2e0-b0ee-4be2-83d5-78a98c585827" TYPE="swap"
PARTUUID="000134b5-01"
```

`/dev/sda1` 的 UUID 为 `a1d1f2e0-b0ee-4be2-83d5-78a98c585827`。

3. 编辑 `/etc/default/grub` 并调整 `resume` 参数。将 `/dev/sda1` 替换为 `UUID=a1d1f2e0-b0ee-4be2-83d5-78a98c585827`。结果将如下所示：

```
GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="resume=UUID=a1d1f2e0-  
b0ee-4be2-83d5-78a98c585827 splash=silent quiet showopts"
```

4. 更新 grub 引导管理器的配置：

```
> sudo grub2-mkconfig -o /boot/grub2/grub.cfg
```

如果系统不使用休眠，您只需去除 `resume` 参数并更新引导配置。

3.16 在 IBM Z 上升级

在 IBM Z 上升级 SUSE Linux Enterprise 安装需要设置 **Upgrade=1** 内核参数（例如，通过 `parmfile`）。请参见《部署指南》，第 5 章 “IBM Z 和 LinuxONE 上的安装”，第 5.5 节 “`parmfile` — 自动进行系统配置”。

3.17 IBM POWER：启动 X 服务器

在 SLES 12 for IBM POWER 上，显示管理器配置为默认不启动本地 X 服务器。SLES 12 SP1 上的设置则相反，显示管理器现在会启动 X 服务器。

为了避免升级期间出现问题，SUSE Linux Enterprise Server 设置不会自动更改。如果您想要在升级后让显示管理器启动 X 服务器，请如下所示在 `/etc/sysconfig/displaymanager` 中更改 `DISPLAYMANAGER_STARTS_XSERVER` 的设置：

```
DISPLAYMANAGER_STARTS_XSERVER="yes"
```

4 脱机升级

本章介绍如何使用从安装媒体引导的 YaST，升级现有的 SUSE Linux Enterprise 安装。YaST 安装程序有多种启动方法，例如从 DVD 启动、通过网络启动或从系统所在的硬盘启动。从这个意义上讲，“脱机升级”是指常规操作系统及其服务处于脱机状态，而不是具体的网络连接状态。

4.1 概念概述

在升级系统之前，请先阅读第 3 章“准备升级”。

要升级系统，请像执行全新安装时那样从安装源引导。但是，当引导屏幕出现时，您需要选择升级（而不是安装）。可从以下媒体启动升级：

- **可卸媒体：** 包括 CD、DVD 或 USB 大容量储存设备等媒体。有关详细信息，请访问第 4.2 节“从安装媒体启动升级”。
- **网络资源：** 您可以从本地媒体引导然后选择相应的网络安装类型，或者通过 PXE 引导。有关详细信息，请访问第 4.3 节“从网络来源启动升级”。

4.2 从安装媒体启动升级

下面的过程介绍如何从 DVD 引导，不过，您也可以使用其他本地安装媒体，例如 USB 大容量储存设备上的 ISO 映像。要选择的媒体和引导方法取决于系统体系结构，以及计算机使用的是传统的 BIOS 还是 UEFI。

过程 4.1：手动升级到 SUSE LINUX ENTERPRISE SERVER 15 SP7

1. 选择并准备引导媒体，请参见《部署指南》。
2. 插入 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 的统一安装程序 DVD 并引导计算机。欢迎屏幕即会显示，接着是引导屏幕。
3. （可选）要强制安装程序仅安装 DVD 中的软件包，而不安装网络来源中的软件包，请添加引导选项 `media_upgrade=1`。

4. 在引导菜单中选择**升级**以启动系统。
5. 按第 4.4 节 “升级 SUSE Linux Enterprise” 中所述继续执行升级过程。

4.3 从网络来源启动升级

要从网络安装源开始升级，请确保满足以下要求：

从网络安装源升级的要求

网络安装源

网络安装源已按照《部署指南》，第 17 章 “设置网络安装源” 所述设置妥当。

网络连接和网络服务

安装服务器与目标计算机的网络连接均必须正常。必需的网络服务如下：

- 域名服务
- DHCP（仅在通过 PXE 引导时需要，可在设置期间手动设置 IP）
- OpenSLP（可选）

引导媒体

可引导的 SUSE Linux Enterprise DVD、ISO 映像或功能正常的 PXE 设置。有关通过 PXE 引导的细节，请参见《部署指南》，第 18 章 “准备网络引导环境”，第 18.4 节 “为 PXE 引导准备目标系统”。请参见《部署指南》，第 12 章 “远程安装”，深入了解从远程服务器开始升级的相关信息。

4.3.1 通过网络安装源手动升级 — 从 DVD 引导

此过程举例说明了如何从 DVD 引导，不过，您也可以使用其他本地安装媒体，例如 USB 大容量储存设备上的 ISO 映像。如何选择引导方法以及从媒体启动系统取决于系统体系结构，以及计算机使用的是传统 BIOS 还是 UEFI。有关细节，请参见以下链接。

1. 插入 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 的统一安装程序 DVD 并引导计算机。欢迎屏幕即会显示，接着是引导屏幕。

2. 选择要使用的网络安装源类型（FTP、HTTP、NFS、SMB 或 SLP）。通常可以按 **F4** 键选择此选项，但是，如果您计算机上配备的是 UEFI 而不是传统 BIOS，则可能需要手动调整引导参数。有关细节，请参见《部署指南》，第 8 章“引导参数”和《部署指南》，第 9 章“安装步骤”。
3. 按第 4.4 节“升级 SUSE Linux Enterprise”中所述继续执行升级过程。

4.3.2 通过网络安装源手动升级 — 通过 PXE 引导

要通过 PXE 引导从网络安装源执行升级，请按以下步骤操作：

1. 调整 DHCP 服务器的设置以提供通过 PXE 引导所需的地址信息。有关详细信息，请参见《部署指南》，第 18 章“准备网络引导环境”，第 18.1.1 节“动态地址指派”。
2. 设置 TFTP 服务器，以保存通过 PXE 引导所需的引导映像。为此，请使用 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 的安装程序 DVD 或按照《部署指南》，第 18 章“准备网络引导环境”，第 18.2 节“设置 TFTP 服务器”中的说明操作。
3. 在目标计算机上准备 PXE Boot 和局域网唤醒。
4. 对目标系统引导进行初始化，并用 VNC 远程连接到此计算机正运行的安装例程上。有关详细信息，请访问《部署指南》，第 12 章“远程安装”，第 12.3 节“通过 VNC 监控安装”。
5. 按第 4.4 节“升级 SUSE Linux Enterprise”中所述继续执行升级过程。

4.4 升级 SUSE Linux Enterprise

在升级系统之前，请先阅读第 3 章“准备升级”。要执行自动迁移，请如下操作：



注意：SUSE Customer Center 和互联网连接

如果您要升级的系统已在 SUSE Customer Center 中注册，请确保在执行以下过程期间可以连接互联网。

1. （从安装媒体或网络）引导后，请在引导屏幕上选择升级这一项。



警告：不当的选择可能会导致数据丢失

此时请确保选择升级。如果错误地选择了安装，将会执行全新安装，致使您的数据分区被重写。

YaST 将启动安装系统。

2. 在欢迎屏幕上，选择语言和键盘。单击下一步继续。

YaST 将检查您的分区上是否已安装 SUSE Linux Enterprise 系统。

3. 在选择升级屏幕上，选择要升级的分区，然后单击下一步。
4. YaST 会装入选定的分区，并显示所升级产品的许可协议。要继续升级，请接受许可条款。
5. 在以前使用过的储存库屏幕上，调整储存库的状态。默认会去除所有储存库。如果您未添加任何自定义储存库，请不要更改设置。将从 DVD 安装待升级的软件包，您可在下一步骤中选择性地启用默认联机储存库。

如果您有自定义储存库，可以采取两种做法：

- 让储存库保留“已去除”状态。在升级期间，将会去除从此储存库安装的软件。在没有任何与新版本匹配的储存库版本可用的情况下，请使用此方法。
- 更新并启用与新版本匹配的储存库。在列表中单击该储存库以更改其 URL，然后单击更改。通过选中切换状态将其设置为启用来启用储存库。

不要保留上一版本中的储存库，否则系统可能不稳定甚至根本无法工作。然后单击下一步继续。

6. 下一步骤取决于升级的系统是否已在 SUSE Customer Center 中注册。
 - a. 如果系统未在 SUSE Customer Center 中注册，YaST 将显示一条弹出消息，建议使用另一个安装媒体，即 SLE-15-SP7-Full-ARCH-GM-media1.iso 映像。
如果您没有该媒体，那么不注册系统就无法升级。
 - b. 如果系统已在 SUSE Customer Center 中注册，YaST 将显示可能的迁移目标和摘要。

从列表中选择一个迁移目标，然后单击下一步继续。

7. 在下一个对话框中，您可以选择性地添加额外的安装媒体。如果您有额外的安装媒体，请激活我要安装其他附加产品选项，并指定媒体类型。
8. 检查此次升级的安装设置。
9. 如果所有设置都符合您的要求，请单击更新开始安装与去除过程。



提示：在 SMT 客户端上升级失败

如果要升级的计算机是 SMT 客户端并且升级失败，请参见[过程 3.1 “从 SMT 服务器中取消注册 SUSE Linux Enterprise 客户端”](#)，然后重新启动升级过程。

10. 升级过程成功完成后，请按照[第 6 章 “完成升级”](#)中所述执行升级后步骤。

4.5 使用 AutoYaST 升级

升级过程可以自动执行。有关详细信息，请参见《AutoYaST 指南》，第 4 章“配置和安装选项”，第 4.11 节“升级”。

4.6 使用 SUSE Multi-Linux Manager 升级

SUSE Multi-Linux Manager 是一款服务器解决方案，用于提供适用于 SUSE Linux Enterprise 客户端的更新、补丁和安全更新。它随附了一套工具和基于 Web 的用户界面，用于执行管理任务。有关 SUSE Multi-Linux Manager 的详细信息，请参见<https://www.suse.com/products/multi-linux-manager/>。

您可以使用 SUSE Multi-Linux Manager 执行系统升级。使用 AutoYaST 升级可以从一个主要版本升级到下一个主要版本。

如果您的计算机由 SUSE Multi-Linux Manager 管理，请按照 SUSE Multi-Linux Manager 文档中的说明对其进行更新。您可以查看<https://documentation.suse.com/multi-linux-manager/>上的 SUSE Multi-Linux Manager Upgrade Guide，了解 Client Migration 过程。

4.7 回滚后更新注册状态

执行服务包升级时，必须在注册服务器上更改配置，以提供对新储存库的访问权限。如果升级过程被中断或恢复（通过从备份或快照恢复），注册服务器上的信息会与系统的状态不一致。这样可能会导致您无法访问更新储存库，或是在客户端上使用错误的储存库。

如果回滚是通过 Snapper 完成的，系统会通知注册服务器以确保在引导过程中设置对正确储存库的访问权限。如果使用其他方法恢复了系统，或者与注册服务器通讯失败，请在客户端上手动触发回滚。例如，在因网络问题而无法访问服务器时，可以手动触发回滚。要进行回滚，请执行：

```
> sudo snapper rollback
```

我们建议始终检查系统上是否设置了正确的储存库，特别是使用以下命令刷新服务后：

```
> sudo zypper ref -s
```

此功能通过 `rollback-helper` 软件包提供。

4.8 注册系统

如果在运行升级之前未注册系统，您随时都可使用 YaST 中的产品注册模块来注册系统。

注册系统可以获得以下优势：

- 有资格获得支持
- 获取安全性更新和 Bug 修复
- 访问 SUSE Customer Center

1. 启动 YaST 并选择软件 > 产品注册以打开注册对话框。
2. 提供与您或您的组织用于管理订阅的 SUSE 帐户相关联的电子邮件地址。如果您没有 SUSE 帐户，请前往 SUSE Customer Center 主页 (<https://scc.suse.com/>) 创建一个帐户。
3. 输入与您的 SUSE Linux Enterprise Server 一同收到的注册代码。

4. 如果您的网络中有一个或多个本地注册服务器可用，您可以从列表中选择一个。

5. 要开始注册，请单击下一步继续。

成功注册后，YaST 会列出系统可用的扩展、附加产品和模块。要选择并安装所列的项，请继续《部署指南》，第 10 章 “注册 SUSE Linux Enterprise 和管理模块/扩展”，第 10.4 节 “在正在运行的系统中管理模块和扩展”。

5 联机升级

SUSE 提供了直观的图形工具和简单的命令行工具，供您将正在运行的系统升级到新服务包。两种工具都提供服务包“回滚”支持及其他功能。本章提供有关如何使用这些工具执行服务包升级的逐步说明。

5.1 概念概述

SUSE 会定期发布用于 SUSE Linux Enterprise 系列的新服务包。为了方便客户迁移到新的服务包，并最大限度减少停机时间，SUSE 支持在系统运行时进行在线迁移。

从 SLE 12 开始，YaST Wagon 已经由 YaST 迁移 (GUI) 和 Zypper 迁移（命令行）替代。此项更改的优点在于：

- 在首个 RPM 更新之前，系统将始终处于定义的状态。
- 在首个 RPM 更新之前可以取消。
- 如果出现错误，可以轻松恢复。
- 可以通过系统工具执行“回滚” - 无需备份或恢复。
- 使用所有活动储存库。
- 可以跳过服务包



警告：不支持对主要版本进行在线迁移

仅支持在服务包之间进行在线迁移。**不支持**通过在线迁移升级到新的主要版本。有关详细信息，请参见 [第 2 章“升级路径和方法”](#)。

请通过脱机迁移升级到新的主要版本。有关详细信息，请参见 [第 4 章“脱机升级”](#)。

！ 重要：升级 SUSE Multi-Linux Manager 客户端

如果要升级的系统是 SUSE Multi-Linux Manager 客户端，则无法通过 YaST 在线迁移或 **zypper migration** 进行升级。请改用 Client Migration 过程。SUSE Multi-Linux Manager Upgrade Guide (<https://documentation.suse.com/multi-linux-manager/>) 中介绍了此过程。

5.2 服务包迁移工作流程

服务包迁移可通过 YaST、**zypper** 或 AutoYaST 执行。

在开始服务包迁移之前，必须在 SUSE Customer Center 或本地 RMT 服务器中注册您的系统。也可以使用 SUSE Multi-Linux Manager。

不论使用哪种方式，服务包迁移都包含以下步骤：

1. 在注册系统中查找可能的迁移目标。
2. 选择一个迁移目标。
3. 请求并启用新的储存库。
4. 运行迁移。

迁移目标列表取决于您所安装和注册的产品。如果您安装的扩展没有新的 SP 可用，则无法向您提供迁移目标。

主机可用的迁移目标列表将始终从 SUSE Customer Center 检索，并与安装的产品或扩展相关。

5.3 取消服务包迁移

在迁移过程中，只能在特定阶段取消服务包迁移：

1. 在软件包升级开始之前，仅对系统进行极小的更改，例如对服务和储存库的更改。恢复 `/etc/zypp/repos.d/*` 以便还原到之前的状态。
2. 软件包升级过程开始之后，可以使用 Snapper 快照还原到之前的状态（请参见《管理指南》，第 10 章“使用 Snapper 进行系统恢复和快照管理”）。
3. 选择迁移目标之后，SUSE Customer Center 更改了储存库数据。要手动还原此状态，请使用 `SUSEConnect --rollback`。

5.4 使用在线迁移工具 (YaST) 升级

要通过 YaST 执行服务包迁移，请使用在线迁移工具。默认情况下，YaST 不会从第三方储存库安装任何软件包。如果某软件包是从第三方储存库安装的，YaST 会阻止该软件包替换成来自 SUSE 的相同软件包。



注意：减小安装大小

执行服务包迁移时，YaST 会安装所有推荐的软件包。特别是在自定义最小安装的情况下，这样可能会大幅增加系统的安装大小。

要更改此默认行为并仅允许所需的软件包，请调整 `/etc/zypp/zypp.conf` 中的 `solver.onlyRequires` 选项。

```
solver.onlyRequires = true
```

此外，请编辑文件 `/etc/zypp/zypper.conf` 并更改 `installRecommends` 选项。

```
installRecommends=false
```

这会更改所有与软件包相关操作的行为，例如安装补丁或新软件包的行为。要更改某次调用的 Zypper 行为，请使用 `--no-recommends` 参数。

要开始服务包迁移，请执行以下操作：

1. 停用注册服务器上所有未使用的扩展，以免将来发生依赖性冲突。如果您忘记了某个扩展，YaST 稍后会检测未使用的扩展储存库，并将其停用。

2. 如果您已登录到要更新的计算机上某个正在运行的 GNOME 会话，请切换到文本控制台。建议不要从 GNOME 会话运行更新。请注意，这并不适用于从远程计算机登录的情况（除非您正在使用 GNOME 运行 VNC 会话）。
3. 运行 YaST 联机更新以获得系统的最新软件包更新。
4. 安装软件包 `yast2-migration` 及其依赖项（在 YaST 的软件 > 软件管理中）。
5. 重新启动 YaST；如果不重新启动，新安装的模块将不会显示在控制中心中。
6. 在 YaST 中，选择在线迁移（根据要升级的 SUSE Linux Enterprise Server 版本，此模块会列于系统或软件类别下）。YaST 将显示可能的迁移目标和摘要。如果有多个迁移目标可用于系统，请从列表中选择一个。
7. 从列表中选择一个迁移目标，然后单击下一步继续。
8. 如果迁移工具提供更新储存库，建议单击是继续。
9. 如果在线迁移工具在 DVD 或本地服务器中找到过时的储存库，强烈建议您将其禁用。过时的储存库适用于以前的服务包。系统会自动去除来自 SUSE Customer Center 或 RMT 的旧储存库。
如果注册服务器不提供模块或扩展的迁移方法，其储存库配置将保持不变。如果储存库是第三方储存库且与特定产品版本或服务包并不相关（例如 NVIDIA Compute Module），通常会发生这种情况。如有必要，您可以在迁移后手动检查储存库配置。
10. 单击下一步，查看摘要并继续迁移过程。单击开始更新确认。
11. 成功迁移后，请重新启动系统。

5.5 使用 Zypper 升级

要通过 Zypper 执行服务包迁移，请使用软件包 `zypper-migration-plugin` 中的命令行工具 `zypper migration`。



注意：减小安装大小

执行服务包迁移时，YaST 会安装所有推荐的软件包。特别是在自定义最小安装的情况下，这样可能会大幅增加系统的安装大小。

要更改此默认行为并仅允许所需的软件包，请调整 `/etc/zypp/zypp.conf` 中的 `solver.onlyRequires` 选项。

```
solver.onlyRequires = true
```

此外，请编辑文件 `/etc/zypp/zypper.conf` 并更改 `installRecommends` 选项。

```
installRecommends=false
```

这会更改所有与软件包相关操作的行为，例如安装补丁或新软件包的行为。要更改某次调用的 Zypper 行为，请使用 `--no-recommends` 参数。

要开始服务包迁移，请执行以下操作：

1. 如果您已登录到要更新的计算机上某个正在运行的 GNOME 会话，请切换到文本控制台。建议不要从 GNOME 会话运行更新。请注意，这并不适用于从远程计算机登录的情况（除非您正在使用 GNOME 运行 VNC 会话）。
2. 注册 SUSE Linux Enterprise 计算机（如果尚未注册）：

```
> sudo SUSEConnect --regcode YOUR_REGISTRATION_CODE
```

3. 开始迁移：

```
> sudo zypper migration
```

有关迁移过程的一些备注：

- 如果有多个迁移目标可用于系统，Zypper 会让您从列表中选择一个服务包。这与跳过一个或多个服务包一样。请注意，基础产品（SLES、SLED）的在线迁移仍然只适用于在主要版本的服务包之间进行。
- 默认情况下，Zypper 使用传递给 `zypper dup` 的选项 `--no-allow-vendor-change`。如果某软件包是从第三方储存库安装的，此选项会阻止该软件包替换成来自 SUSE 的相同软件包。
- 如果 Zypper 找到来自 DVD 或本地服务器的过时储存库，强烈建议您将其禁用。系统会自动去除旧的 SUSE Customer Center 或 RMT 储存库。

4. 查看所有更改，特别是即将去除的软件包。键入 y（要升级的软件包的确切数目会根据系统的不同而变化）继续：

```
266 packages to upgrade, 54 to downgrade, 17 new, 8 to reinstall, 5 to
remove, 1 to change arch.
Overall download size: 285.1 MiB. Already cached: 0 B After the operation,
additional 139.8 MiB will be used.
Continue? [y/n/? shows all options] (y):
```

使用 **Shift** + **Page ↑** 或 **Shift** + **Page ↓** 键在外壳中滚动。

5. 成功迁移后，请重新启动系统。

5.6 使用 Plain Zypper 升级

如果因无法访问互联网或注册服务器而未能注册您的系统，则无法使用 YaST 迁移或 **zypper migration** 迁移到新服务包。在这种情况下，您仍可以通过普通的 Zypper 和一些手动交互来迁移到新服务包。

！ 重要：仅适用于未注册的系统

只有因无法访问互联网或注册服务器而未能注册的系统才支持通过此路径迁移到新服务包。例如，位于受特殊保护的網絡中的计算机。如果您的系统已注册，请使用 YaST 或 Zypper 迁移。

！ 重要：安装源

此迁移路径要求您要迁移的系统有权访问安装源。例如，可以设置 RMT 服务器或 SLP 服务器来实现此目的。

此外，系统必须能够访问所安装产品版本的最新更新储存库。

1. 如果您已登录到要迁移计算机上正在运行的图形会话，请注销该会话，并切换到文本控制台。不建议从图形会话内部运行更新。请注意，这并不适用于从远程计算机登录的情况（除非您正在使用 X 运行 VNC 会话）。

2. 更新软件包管理工具：

```
> sudo zypper patch --updatestack-only
```

3. 确保 `/etc/zypp/repos.d/` 中的所有 SUSE Linux Enterprise Server 储存库配置文件都使用变量 `$releasever`：

```
> grep baseurl /etc/zypp/repos.d/*.repo
/etc/zypp/repos.d/rmt.repo:baseurl=https://rmt.example.com/repo/SUSE/
Products/SLE-15-SP5-Product-SLES/x86_64/product/
/etc/zypp/repos.d/updates.repo:baseurl=https://updates.suse.com/SUSE/
Products/SLE-Product-SLES/$releasever/x86_64/product[...]
```

在此示例中，文件 `updates.repo` 使用变量，而 `rmt.repo` 则是对版本字符串 `15-SP5` 进行硬编码。要将所有储存库配置文件中的所有 `15-SP5` 都替换为 `$releasever`，请运行：

```
> sudo sed -i 's/15-SP5/${releasever}/g' /etc/zypp/repos.d/*.repo
```

如有必要，请使用不同的版本字符串重复此命令，以确保更新所有储存库配置文件。

4. 检查是否正确配置了所有储存库：

```
> sudo zypper --releasever=15-SP7 repos -u
```

现在，您应该会看到储存库 URL 中包含 `15-SP7`。请注意，某些第三方储存库可能不受版本控制。假定它们适用于所有 SUSE Linux Enterprise Server 版本。

5. 将所有储存库都切换并更新至 15 SP7：

```
> sudo zypper --releasever=15-SP7 refresh -f -s
```

如果更新储存库失败，请再次检查是否输入了错误的 URL。如果无法解决问题，建议禁用失败的储存库。

6. 测试迁移：

```
> sudo zypper --releasever=15-SP7 dup -D --no-allow-vendor-change --no-recommends
```

参数 `-D` 将执行试运行，即模拟迁移而不实际更改系统。如果出现问题，请先解决问题，然后再继续。

选项 `-no-allow-vendor-change` 可防止第三方软件包替换基础系统中的 RPM 软件包。选项 `--no-recommends` 确保初始安装过程中取消选择的软件包不会再次被添加。

7. 升级整个发行套件：

```
> sudo zypper --releasever=15-SP7 dup --no-allow-vendor-change --no-recommends
```

使用上面的命令，zypper 会提前下载所有软件包。如果您的互联网连接可能失败，采用这种做法会更可靠。要下载并安装堆中的软件包，请运行：

```
> sudo zypper zypper --releasever=15-SP7 dup --no-allow-vendor-change --no-recommends --download-in-heaps
```

发行套件更新完毕后，SUSE Linux Enterprise Server 会将 `$releasever` 变量设置为新版本，这样您就无需再使用 `--releasever` 选项指定该版本。

8. 迁移成功后，请重引导系统。

5.7 回滚服务包

如果服务包对于您而言不起作用，则 SUSE Linux Enterprise 支持将系统恢复到开始服务包迁移之前的状态。前提是对 Btrfs 根分区启用了快照（自 SLES 12 开始，这一直是默认设置）。有关详细信息，请参见《管理指南》，第 10 章“使用 Snapper 进行系统恢复和快照管理”。

1. 获取所有 Snapper 快照的列表：

```
> sudo snapper list
```

查看输出以找到在开始服务包迁移之前刚创建的快照。Description 列包含相应的说明，并且 Userdata 列中会将该快照标记为 `important`。记住 # 列中的快照编号，以及 Date 列中该快照的日期。

2. 重新启动系统。从引导菜单中选择从只读快照启动引导加载程序，然后选择上一步记下的日期和编号所对应的快照。此时会加载第二个引导菜单（快照中的那个）。选择以 SLES 15 SP7 开头的条目并将其引导。

3. 系统会引导到先前的状态，并且系统分区会以只读方式挂载。以 `root` 身份登录，并检查您是否选择了正确的快照。另外，请确保一切如常。请注意，由于根文件系统是以只读方式挂载的，因此功能可能受限。

如果出现问题，或者您引导了错误的快照，请重新引导并选择从另一个快照引导 — 到此为止，系统尚未进行任何永久更改。如果快照正确并且按预期工作，请运行以下命令让更改永久生效：

```
> sudo snapper rollback
```

重引导计算机。在引导屏幕上，选择默认的引导项以重引导至恢复后的系统。

4. 检查是否已正确重置储存库配置。另外，检查是否所有产品均已正确注册。如果以上任何一项不正确，则稍后可能无法再有效地执行系统更新，或者可能会使用错误的软件包储存库更新系统。

请先确保系统可以访问互联网，再开始此过程。

- a. 运行以下命令以刷新服务和储存库：

```
> sudo zypper ref -fs
```

- b. 运行以下命令以获得活动的储存库列表：

```
> sudo zypper lr
```

仔细检查此命令的输出。为此次更新添加的服务和储存库不应该包含在列表中。例如，如果您是从 SLES 15 SP7 回滚到 SLES 15 GA，则列表中必须包含 SLES15-GA 储存库，而不包含 SLES15-SP7 储存库。

如果列出了错误的储存库，请将其删除，必要时，请用与您的产品或服务包版本匹配的版本替换它们。有关受支持迁移路径的储存库列表，请参见第 1.3 节“[模块依赖项和生命周期](#)”。（请注意，没有必要进行手动干预，因为储存库会自动更新，但最好进行校验并执行任何必要的更正。）

- c. 最后，通过运行以下命令检查所有已安装产品的注册状态：

```
> sudo SUSEConnect --status
```

所有产品都应该报告为Registered。若非如此，请运行以下命令修复注册：

```
> sudo SUSEConnect --rollback
```

现在，您已成功将系统恢复到就在开始服务包迁移之前捕获的状态。

5.8 使用 SUSE Multi-Linux Manager 升级

SUSE Multi-Linux Manager 是一款服务器解决方案，用于提供适用于 SUSE Linux Enterprise 客户端的更新、补丁和安全更新。它随附了一套工具和基于 Web 的用户界面，用于执行管理任务。有关 SUSE Multi-Linux Manager 的详细信息，请参见 <https://www.suse.com/products/multi-linux-manager/>。

SP 迁移允许从一个服务包 (SP) 迁移到同一个主要版本中的另一个服务包（例如，从 SLES 15 GA 迁移到 SLES 15 SP7）。

如果您的计算机由 SUSE Multi-Linux Manager 管理，请按照 SUSE Multi-Linux Manager 文档中的说明对其进行更新。您可以查看 <https://documentation.suse.com/multi-linux-manager/> 上的 SUSE Multi-Linux Manager Upgrade Guide，了解 Client Migration 过程。

5.9 从 openSUSE Leap 升级到 SUSE Linux Enterprise Server

您可以将 openSUSE Leap 安装升级到 SUSE Linux Enterprise Server。要了解哪些 Leap 版本支持迁移，请参见第 2.3 节“支持的 SLES 15 SP7 升级和迁移路径”。



警告：并非所有 openSUSE 软件包都可迁移

openSUSE 提供的软件包比 SUSE Linux Enterprise Server 多。大多数附加软件包都可通过 SUSE Package Hub 获得，并且将会迁移。迁移后，您将无法再收到通过 SUSE Package Hub 获得的任何附加软件包的更新，因此应将它们去除。

请确保 SUSE Linux Enterprise Server 和 SUSE Package Hub 储存库中提供了运行系统所需的全部软件包。有关 SUSE Package Hub 的详细信息，请参见 <https://packagehub.suse.com/>。

5.9.1 使用 **yast2 migration** 升级

以下过程与第 5.4 节“使用在线迁移工具 (YaST) 升级”类似，但需要执行一些额外的步骤。在生产系统上执行此过程之前，建议您先在复制了生产系统设置的测试系统上运行此过程。

过程 5.1：使用 **yast2 migration** 将 **OPENSUSE LEAP** 升级到 **SUSE LINUX ENTERPRISE SERVER**

要从 openSUSE Leap 迁移到 SUSE Linux Enterprise Server，请执行以下步骤：

1. 关闭所有未使用的应用程序，并切换到 TTY（例如按 **Ctrl - Alt - F1**）。然后以 root 身份登录。
2. 安装 yast2-migration 和 rollback-helper 软件包。

```
# zypper in yast2-migration rollback-helper
```

3. 启用 rollback-helper 服务：

```
# systemctl enable rollback
```

4. 在 SUSE Customer Center 中注册系统：

```
# yast2 registration
```

5. 执行迁移：

```
# yast2 migration
```

如果发生软件包冲突，YaST 提供了一个可供选择的解决方案列表。

6. 重引导系统：

```
# reboot
```

现在，您已成功将系统迁移到 SUSE Linux Enterprise Server。继续第 6 章“完成升级”，去除孤立的软件包以确保您运行的是完全受支持的 SUSE Linux Enterprise 安装。

如果您在迁移后遇到问题，可以像升级服务包一样还原迁移。有关说明，请参见第 5.7 节“回滚服务包”。

5.9.2 使用 `yast2 migration_sle` 升级

从 Leap 15.4 开始，以技术预览的形式提供了从 openSUSE Leap 迁移到 SUSE Linux Enterprise Server 的简化方法。

过程 5.2：使用 `yast2 migration_sle` 将 OPENSUSE LEAP 升级到 SUSE LINUX ENTERPRISE SERVER

要从 openSUSE Leap 迁移到 SUSE Linux Enterprise Server，请执行以下步骤：

1. 关闭所有未使用的应用程序（建议）。
2. 安装 `yast2-migration-sle` 和 `rollback-helper` 软件包。

```
> sudo zypper in yast2-migration-sle rollback-helper
```

3. 启用 `rollback-helper` 服务：

```
> sudo systemctl enable rollback
```

4. 打开 YaST 并选择软件 > 在线迁移，或运行：

```
> sudo yast2 migration_sle
```

向导将指导您完成迁移过程。如果有等待中的更新，可以在注册系统之前安装这些更新。要注册系统，请输入您的注册代码和电子邮件地址。要注册到本地 RMT 服务器中，请提供其 URL 而不是注册代码，并将电子邮件地址留空。

注册系统后，迁移进程将添加 SUSE Linux Enterprise Server 储存库，并安装 SLE 软件包以替换 openSUSE 软件包。

5. 重引导系统：

```
> sudo reboot
```

现在，您已成功将系统迁移到 SUSE Linux Enterprise Server。继续第 6 章“完成升级”，去除孤立的软件包以确保您运行的是完全受支持的 SUSE Linux Enterprise 安装。

如果您在迁移后遇到问题，可以像升级服务包一样还原迁移。有关说明，请参见第 5.7 节“回滚服务包”。

6 完成升级

升级后，您需要执行一些额外的任务。本章将指导您完成这些步骤。

6.1 检查旧软件包

使用 **zypper packages** 检查孤立的和不需要的软件包。

孤立的软件包在任何已配置的软件包储存库中都不再提供。这些软件包不再会更新且不再受支持。

要获取孤立的软件包列表，请运行：

```
> zypper packages --orphaned
```

不需要的软件包是以下软件包的依赖项：用户已明确安装或者已随软件集或产品隐式安装，但同时又被去除。系统通常不再需要这些依赖项，因此也应将其去除。

要获取不需要的软件包的列表，请运行：

```
> zypper packages --unneeded
```



提示

为避免出现不需要的软件包，请将 **zypper rm** 与 **--clean-deps** 选项配合使用，或使用 YaST 时启用选项 › 删除软件包时清理。

可以将两个列表合并为一个：

```
> zypper packages --orphaned --unneeded
```

使用这些列表可以确定仍然需要哪些软件包，以及可以去除哪些软件包而不会产生问题。



警告：请勿去除您需要的软件包

如果软件包已重命名或从软件集或产品中去除，**zypper** 可能不再将它们视为已明确安装，并会将其标记为不需要，即使它们仍然对您的安装至关重要也是如此。

请仔细检查您要去除的软件包的列表。

要使用单个命令去除所有孤立的和不需要的软件包，请运行：

```
> sudo zypper rm $(zypper --no-refresh packages --orphaned --unneeded | gawk '{print $5}' | tail -n +5)
```

排除要卸装的单个软件包或软件集：

```
> sudo zypper rm $(zypper --no-refresh packages --orphaned --unneeded | gawk '{print $5}' | tail -n +5 | grep -v PACKAGE_TO_EXCLUDE)
```

排除文本文件中定义多个软件包（另起一行来分隔）：

```
> sudo zypper rm $(zypper --no-refresh packages --orphaned --unneeded | gawk '{print $5}' | tail -n +5 | grep -v -f /PACKAGES/TO/KEEP.txt)
```

6.2 检查配置文件

检查是否存在 `*.rpmnew` 和 `*.rpmsave` 文件。如果升级项目包括对某个默认配置文件所做的更改，而该文件在安装软件包后已发生改变，则系统不会重写该文件，而是创建这些文件类型中的一个。其中，`*.rpmnew` 包含新的默认配置且将原始文件保持不变，而 `*.rpmsave` 是原始配置的副本且已被新的默认文件替换。

如果您发现其中任何一个文件，请检查其内容并合并所需的更改。无需搜索整个文件系统，而只需搜索 `/etc` 目录。使用以下命令：

```
> find /etc/ -name "*.rpmnew" -o -name "*.rpmsave"
```

6.3 启用 Python 3 模块

SUSE Linux Enterprise Server 15 默认会使用 Python 3.6。SLES 15 SP3 中增加了更新的版本 Python 3.9 来替代 Python 3.6。自 SLES 15 SP4 起，不再支持此版本，而是通过 `Python 3` 模块提供包含重要更新和安全更新的最新 Python 版本。

如果您在 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 下安装了 Python 3.9，请使用以下命令来启用 Python 3 模块：

```
> sudo SUSEConnect -p sle-module-python3/15.7/x86_64.
```

或者，您也可以使用 `zypper remove -u python39` 去除 3.9 版本，恢复为默认的 Python 版本。

6.4 重新设置 XFS v4 设备的格式

SUSE Linux Enterprise Server 支持 XFS 文件系统的“磁盘格式” (v5)。这种格式的主要优点包括，所有 XFS 元数据的自动检查总数、文件类型支持以及支持文件更多数量的访问控制列表。

请注意，低于 3.12 版的 SUSE Linux Enterprise 内核、低于 3.2.0 版的 `xfstools` 以及在 SUSE Linux Enterprise 12 之前发布的 GRUB 2 版本均不支持这种格式。



重要：V4 将弃用

XFS 正在弃用采用 V4 格式的文件系统。此文件系统格式是由以下命令创建的：

```
> sudo mkfs.xfs -m crc=0 DEVICE
```

SLE 11 和更低版本支持使用该格式，在当前版本中通过 `dmesg` 使用该格式时，会显示警告消息：

```
Deprecated V4 format (crc=0) will not be supported after September 2030
```

如果您在 `dmesg` 命令的输出中看到上述消息，建议将文件系统更新到 V5 格式：

1. 将数据备份到另一台设备。
2. 在该设备上创建文件系统。

```
> sudo mkfs.xfs -m crc=1 DEVICE
```
3. 从已更新的设备上的备份恢复数据。

7 源代码向后移植

SUSE 广泛使用了向后移植，例如当前的软件修复和功能迁移到过去发布的 SUSE Linux Enterprise 包中。本章中的信息解释通过比较版本号来判断 SUSE Linux Enterprise 软件包的功能和安全性为何有误导性。此外，本章还会说明 SUSE 如何在确保系统软件安全且最新的同时，保持 SUSE Linux Enterprise 产品上所运行应用程序软件的兼容性。您还将了解如何检查在 SUSE Linux Enterprise 系统软件中实际解决了哪些公共安全问题，以及您的软件的当前状态。

7.1 向后移植的原因

上游开发者主要关心所开发软件的进度。他们往往会在修复 bug 的同时引入尚未经过广泛测试并可能会造成新 bug 的新功能。

对于分发包开发者而言，必须区分两种情况：

- 在对功能造成有限中断的情况下执行的 bug 修复；以及
- 可能会中断现有功能的更改。

通常情况下，当某个软件包已属于所发布的发行套件时，发行套件开发者不会遵照所有的上游更改。通常，他们会继续使用最初发布的上游版本，并根据上游更改来创建补丁以修复 bug。这种做法称为**向后移植**。

通常，分发包开发者只会在两种情况下引入软件的更新版本：

- 当他们的包与上游版本之间的差异过大，以致向后移植的做法不再可行，或者
- 软件（例如防恶意软件的软件）由于固有的性质而变得不合时宜。

由于我们致力于在几个企业软件考虑因素之间实现合理的平衡，SUSE 广泛使用了向后移植。其中，最重要的考虑因素包括：

- 提供稳定的接口 (API)，软件供应商在构建可用于 SUSE 企业产品的产品时可以依赖这些接口。
- 确保 SUSE 企业产品版本中使用的包具有最好的质量，这些包本身以及在成为整个企业产品的一部分后已经过充分的测试。
- 由其他供应商对 SUSE 的企业产品维持各种认证，就像对 Oracle 或 SAP 产品的认证一样。
- 让 SUSE 开发人员专注于开发下一个产品版本，而不是顾此失彼地将精力分散在众多不同的修订版上。
- 清楚明了特定企业版本中包含的功能和特性，以便我们的支持可以提供有关该版本的准确及时的信息。

7.2 不向后移植的原因

不要将新的上游软件包版本引入我们的企业产品，这是常见的策略规则，但不是硬性规则。对于特定的软件包类型，尤其是防病毒软件，安全方面是我们考虑更多的因素，而不是优先考虑质量保证方面的保守做法。对于这个种类的软件包，偶尔会将更新的版本引入企业产品系列的发布版本。

有时，对于其他类型的软件包，我们也会选择引入新版本，而不是向后移植。当生成向后移植在经济效益上不可行，或者由于极其相关的技术原因而需要引入更新版本时，我们会采取这种做法。

7.3 向后移植对版本号解读的影响

由于采用向后移植的做法，用户不能简单地通过比较版本号来确定 SUSE 软件包是否包含针对特定问题的修复，或者其中是否添加了特定的功能。在使用向后移植时，SUSE 软件包版本号的上游部分只是表示 SUSE 软件包基于的上游版本。它可能包含相应上游版本中没有但已向后移植到 SUSE 包中的 bug 修复和功能。

在涉及到向后移植时，版本号的这种有限价值可能会造成在特定情况下产生问题，也就是在使用安全扫描工具的时候。某些安全漏洞扫描工具（或者在此类工具中进行特定的测试）只能基于版本号运行。因此，在涉及到向后移植时，这些工具和测试很容易产生“误报”（将某个软件错误地识别为有漏洞）。在评估安全扫描工具生成的报告时，请始终检查其中的条目是基于版本号，还是基于实际的漏洞测试。

7.4 检查已修复的 Bug 和向后移植的功能

有关向后移植的 Bug 修复和功能的信息存储在多个位置：

- 软件包的更改日志：

```
> rpm -q --changelog name-of-installed-package
> rpm -qp --changelog packagefile.rpmpackagefile.rpm
```

其输出简要记录了软件包的更改历史记录。

- 软件包的更改日志可能包含类似于 `bsc#1234`（“**BugzillaSuse.Com**”）的项来引用 SUSE Bugzilla 跟踪系统中的 Bug，或者包含指向其他 Bug 跟踪系统的链接。出于保密政策的缘故，您不一定能够访问所有此类信息。
- 软件包中可能包含 `/usr/share/doc/PACKAGENAME /README.SUSE` 文件，该文件包含特定于 SUSE 软件包的一般概要信息。
- RPM 源软件包包含构建普通二进制 RPM 期间应用的补丁，这些补丁以独立文件的形式存在，如果您熟知如何阅读源代码，可以对这些文件进行解释。有关安装 SUSE Linux Enterprise 储存库的信息，请参见《管理指南》，第 9 章“使用命令行工具管理软件”，第 9.1.3.5 节“安装或下载源软件包”。有关在 SUSE Linux Enterprise 上构建软件包的信息，请参见《管理指南》，第 9 章“使用命令行工具管理软件”，第 9.2.5 节“安装和编译源软件包”。请参见《**Maximum RPM**》（充分利用 RPM）(<https://ftp.osuosl.org/pub/rpm/max-rpm/>) 一书，了解有关 SUSE Linux Enterprise 软件包构建的细节。
- 有关安全 Bug 修复，请查阅 **SUSE 安全声明** (<https://www.suse.com/support/security/>)。它们往往通过由**常见漏洞和暴露 (CVE)** (<https://cve.mitre.org/>) 项目维护的标准化名称来指代 Bug，例如 `CAN-2005-2495`。

A GNU licenses

修订历史

2023-02-03

This appendix contains the GNU Free Documentation License version 1.2.

GNU Free Documentation License

Copyright (C) 2000, 2001, 2002 Free Software Foundation, Inc. 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA. Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or non-commercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or non-commercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role

of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties--for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document

within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <https://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

```
Copyright (c) YEAR YOUR NAME.
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document
under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2
or any later version published by the Free Software Foundation;
with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.
A copy of the license is included in the section entitled "GNU
Free Documentation License".
```

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with...Texts." line with this:

```
with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the
Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.
```

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.