



December 2016

光盘数据归档

冷数据归档的新时代 - 存储革新从此开始

白皮书

光盘数据归档

冷数据归档的新时代 - 存储革新从此开始

发行日:2016年12月24日

发行单位:松下互联网解决方案公司 存储事业部

〒571-8504 大阪府门真市松生町1番15号

☎ <http://panasonic.net/archiver/> ✉

optical-storage@gg.jp.panasonic.com

协助单位:Fujiwara-Rothchild, Ltd.

〒101-0032 东京都千代田区岩本町2-11-3 第八东城楼4F

☎ <http://www.fujiroth.com/english/>

协助单位:Fujiwara-Rothchild, Ltd.

1. 概要	2
数据变废为宝	2
冷数据归档最佳存储介质	2
2. 冷数据归档需求及动向	3
阶梯式分层存储	3
指数倍增长的冷数据	4
冷数据归档需求	5
国家级数据安全性需求及案例	5
存储介质物理特性需求	6
3. 光盘归档的优点	8
归档需求要项分析	8
- 数据安全性	8
- 非易失性	8
- 长寿命·耐久性	9
- 兼容性	9
- 长期拥有成本(TCO)	9
- 随机访问性	10
- 传输速度	11
云存储服务的探讨	11
光盘数据归档的需求及动向	11
可持续存储对社会的贡献	12
4. 松下电器的新挑战	13
冷数据存储市场的变革	13
光盘库的发展与演变	14
归档级光盘的标准及发展方向	15
高密度光盘量产技术	16
方案合作伙伴	16
Ex.1: 中科大洋 (中国)	17
Ex.2: 某大型互联网公司 (中国)	17
Ex.3: 富士通 (日本)	17
Ex.4: Raidix (俄罗斯)	17
5. 光盘存储的应用	18
加速光盘应用范围的要因	18
- 非结构化数据的冷归档	18
- 数据中心中冷数据归档	18
基于光盘优势的应用场景	18
1. 长期数据归档	19
2. 数据备份	19
3. 大数据存储	19
冷数据归档存储革命	20

1 概要

数据变废为宝

上传到 SNS 的照片和小视频在短时间内会被频繁访问，一段时间后，访问频率会断崖式下跌。该类低访问频率的数据我们称之为“冷数据”。冷数据可以移至被称为“冷归档”的存储介质中长期保存。

冷数据习惯上被认为是没有价值的数 据，但近来它被定义为能够产生未来企业价值的重要资产。随着 IoT 对应设备的普及，今后数据情报的收集会更加多样化。如何能够安全的归档大数据(多半为冷数据)，通过人工智能(AI)进行解析，创造出新的价值，是推动下一次产业革命不可或缺的源泉。

冷数据归档最佳存储介质

最佳的冷数据归档介质，需要在在满足可读性，真实性，稳定性等条件的同时，能够大幅降低数据长期拥有成本(TCO)

对存储介质物理特性的要求如下：无法修改的刻录模式，非易失性存储，100 年及以上的存储寿命，和多种系统兼容，随机访问性，以及最小化长期保存的成本。

近年所提出的分层存储概念中(图 1)，访问频率下降的数据被保存在活跃归档层(active archives)，并逐渐向深度归档层(deep archives)进行转移，且类似数据呈指数倍增长。因此，为了能够长期保存此类数据，存储空间利用效率(如单位面积的容量)需大幅提升。

现有存储介质特性中，目前只有光盘能够满足上述要求。根据归档级光盘(Archival Disc)的高密度大容量的扩容速率，可以预见，光存储是最适合且可持续性最高的冷数据归档介质。



松下长期引领着民用和商用光存储市场，近年在冷数据归档的企业级存储市场份额逐年提升。本文主要探讨大容量光盘归档系统的独特性，松下所带来的全新解决方案及使用案例。

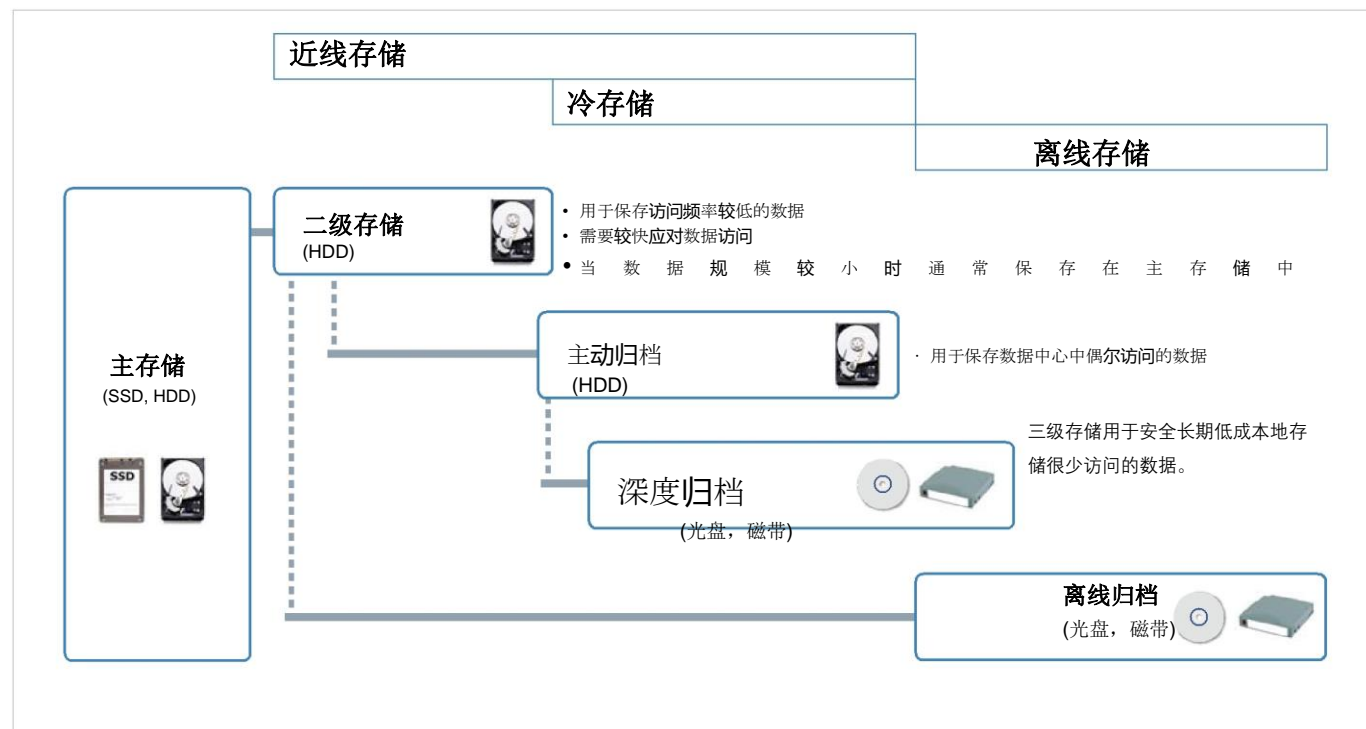
量光盘归档系统的独特性，松下所带来的全新解决方案及使用案例。

2 冷数据归档需求及动向

阶梯式分层存储

对于冷数据的存储，如图1所示，分层存储分为活跃归档(Active Archive)，深度归档(Deep Archive)，离线归档(off-line Archive)。活跃归档定义为基本无数据更新，因该数据经常被访问，所以有一定的读取速度要求。深度归档及离线归档为基本不会被访问的数据，要求能够长期，安全，低成本的对数据进行保存。

Figure 1 分层存储

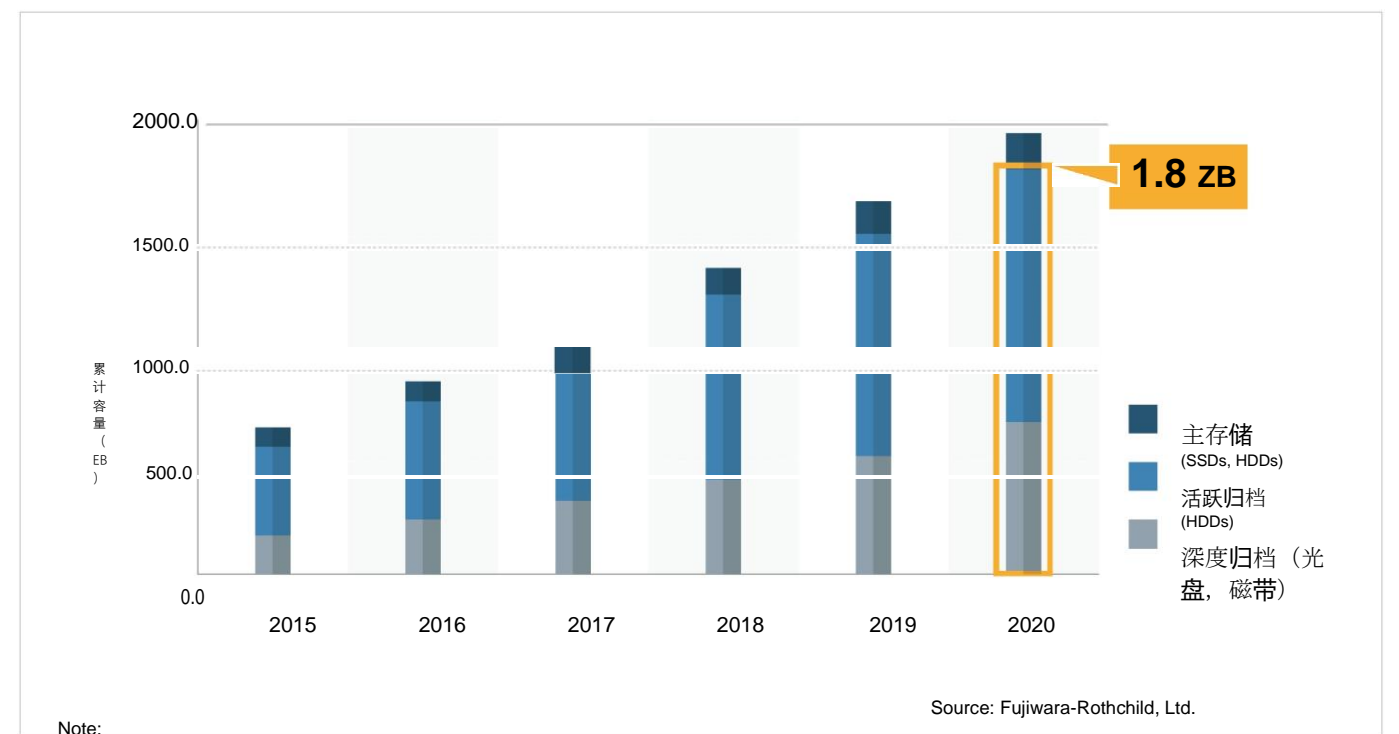


指数倍增长的冷数据

预计到2020年全球数据总量将达到44ZB。虽然这并不意味着所有的数据都需要保存，但世界上的每个人及企业保有的数据量却在不断增长。数据中心及一般企业级用户市场的存储数据容量增长预期可参考图2。

占总容量约90%的数据是需要归档的冷数据（包括活跃归档及深度归档数据）。冷数据的增长量与新增数据基本呈现同比增长的趋势，因此，冷数据存储容量不断上升。2015年到2020年累计容量的年平均增长率(GAGR)为25.3%，2020年需要存储的冷数据容量将达到1.8ZB

Figure 2 企业级存储累计容量预测 (单位:EB)



冷数据归档需求

参照由富士通提供的 IDC 白皮书，仅有 10%~20%的数据是经常被使用的，其余数据很少或根本从不被访问。如果将这部份数据从热存储转为冷归档，热数据存储量变小，将会有益于数据备份，快速回复，及相关管理。

来源：富士通提供的 IDC 白皮书“Meeting Backup and Archive Challenges -Today and Tomorrow”

(1) 到 (3) 为基本条件，(4) (5) 为降低数据丢失风险的方法。

Figure 3 归档的目的



上图中 (4) 镜像归档今后的需求会急速扩大。SNS 运营商拥有自建的数据中心，使用可高速访问的 HDD 对冷数据进行保存并不是合理的方案。如果使用能够低成本，长期保存数据的其他介质进行存储，当在线端数据出现损坏时可通过备份数据迅速的对在线数据进行修复。

国家级数据安全性需求案例

对国家级重要的数据进行归档时需要考虑 2 倍或 3 倍存储来确保安全性。该方法

同样也可以用于对数据有高级别安全性的相关组织与个人

美国国土安全局下属的安全对应机构 US-CERT (United States Computer

Emergency Readiness Team)，采用文档中推荐的 3-2-1 备份策略来降低数据丢

失的风险。图 4 表述了该方式的概要

Figure 4 3-2-1 存储模式



3. 任何重要数据均保存 3 份。1 份主存储，2 份备份
2. 将数据保存在两种不同的介质，降低数据丢失风险
1. 1 份异地备份。

为提高数据安全性，3-2-1 法则被世界各国，各企业采用，最大限度的防止有价值数据的丢失

存储介质物理特性需求

为实现图 3 中对归档存储的需求，存储介质还需要满足「可读性」「真实性」「稳定性」。在数据的保存期间，可以随时进行读取，保证内容不会被篡改。无法满足这 3 项要求的介质并不适用于数据的归档。除此之外，还需满足「数据可搜索性」「可持续性」「机密性」「经济性」。

Figure 5 归档需求

可读性	<ul style="list-style-type: none"> 使用 PC 可显示且可读取文档 数据刻录后 50-100 年可读，软件及驱动器可向下兼容
完整性·真实性	<ul style="list-style-type: none"> 完整性:可确认文件作者，完成日期。保证纸质文件与电子文件的一致性 真实性:保存期间文件无法篡改，无法删除。如有修改可确认修改信息
稳定性	<ul style="list-style-type: none"> 根据法律法规，公司内部规定等，在文件保存期间确保可读性，真实性。
可搜索性	<ul style="list-style-type: none"> 根据需求可对电子文档进行检索，确保保存文件的可读性。
持续性	<ul style="list-style-type: none"> 存储同样需要考虑二氧化碳排放，构建低碳环保的数据中心
保密性	<ul style="list-style-type: none"> 未授权用户无法访问，防止信息盗窃，窃听，变更与删除
经济性	<ul style="list-style-type: none"> 降低初期投入成本及长期运维成本

来源: Fujiwara-Rothchild, Ltd.

根据以上要求对现有的 3 种介质（HDD，磁带，光盘）进行比较，如下图 6 所示，光盘具有压倒性的优势。与保存的时间成比例，随着时间的增长光盘的优势越发明显。

Figure 6 存储介质比较

	HDDs	Tapes	Optical Discs
可读性	为确保数据的可读性需对介质进行频繁的更换及定期的点检，长期的运维管理耗费大量人力资源及成本	向下兼容 2 代。长期保存需定期进行数据迁移	非易失性存储介质，可确保数据的长期保存
完整性 真实性	通过磁性记录数据，可被篡改或删除。需通过软件进行应对	通过磁性记录数据，可被篡改或删除。需通过软件进行应对。可使用 WORM 功能	通过物理变化记录数据，不可篡改及删除。保证数据的真实，完整
稳定性	与设备一体，使用寿命一般为 4 年	标注 30 年使用寿命，达到使用寿命前需进行数据迁移	采用非磁性无机膜记录数据可对应 50-100 年长期保存

来源: Fujiwara-Rothchild, Ltd.

3 光盘归档的优点

归档需求的评测

是否能够满足归档需求，与各介质的物理特性息息相关。以下对图 7 中列举的项目进行详细说明。在本章末，会从数据长期存储的观点分析云存储服务

Figure 7 介质的物理特性与归档适应性

	硬盘 (近线)	磁带	光盘
数据安全性	△	△	●
非易失性	△	△	●
长寿命	around 4 years	10-30 years	50-100 years
耐久性	△	△	●
互换性	○	△ (向下兼容两代)	●
长期拥有成本	×	△	●
随机访问	●	△	○
传输速度	●	●	○

Source: Fujiwara-Rothchild, Ltd.

•数据安全性的

作为数据安全性对策的重要部分，介质的不可篡改性是非常重要的。光盘的数据刻录方式为单次刻写可追加刻录的构造，通过物理变化记录数据，可保证数据不可篡改，可确保数据的真实性，因此光盘从构造上来看是非常安全的。采用磁性刻录的 HDD 及磁带可以进行数据的修改。因此采用 HDD 及磁带时需要通过系统及软件的限制来确保数据的安全性

•非易失性的

磁性的记录模式会易受外界磁场的干扰，导致数据丢失风险很高。而采用物理变化的光盘为非易失性介质，具有数据保存期间可达到 100 年的超长保存寿命。

●长寿命・耐久性

影响存储介质寿命的因素除外界环境外，与介质本身的结构和质量相关。硬盘的使用寿命低于 5 年，磁带的使用寿命幅度较大，在 10-30 年之间。

HDD 由驱动部分与数据记录部分构成一个系统，一般情况下驱动部分的寿命较短。由于磁带有极薄（几微米）的条形带状构成，使用及保存中会导致各种故障的发生。光盘利用无机材料的物理形态变化对数据进行记录，记录状态稳定是现有媒介中可保存时间最长的介质。松下与索尼共同开发的商用光盘「归档光盘」，使用寿命预计可达 100 年以上

*根据松下进行的加速测试得出的推定结论，非保证值

●兼容性

在数据刻录基本原理不变的情况下，光存储可以维持光驱的向下兼容性。如后面讲述的「归档光盘」发展规划中所介绍，可保证各代光盘的向下兼容性，省去了数据迁移所带来的人工成本及介质成本。与此相对应的是使用磁带进行大规模数据存储时，由于规格的变更无法保证兼容性。每 2-3 年会进行一次变更，磁带机只能向下兼容 2 代，之前纪录的数据每 7 年需要进行一次数据迁移。

●长期拥有成本 (TCO)

使用寿命较短的介质，通过每次的数据迁移及存储介质的更新也可以达到数据长期保存的目的。但仅适用于数据量较小的情况。随着冷数据的不断增长，保存数据所耗费的人力与成本会飞速增长

在 1PB 数据保存 20 年时，分别计算比较硬盘，磁带，光盘的 TCO。TCO 的比较包含以下项目

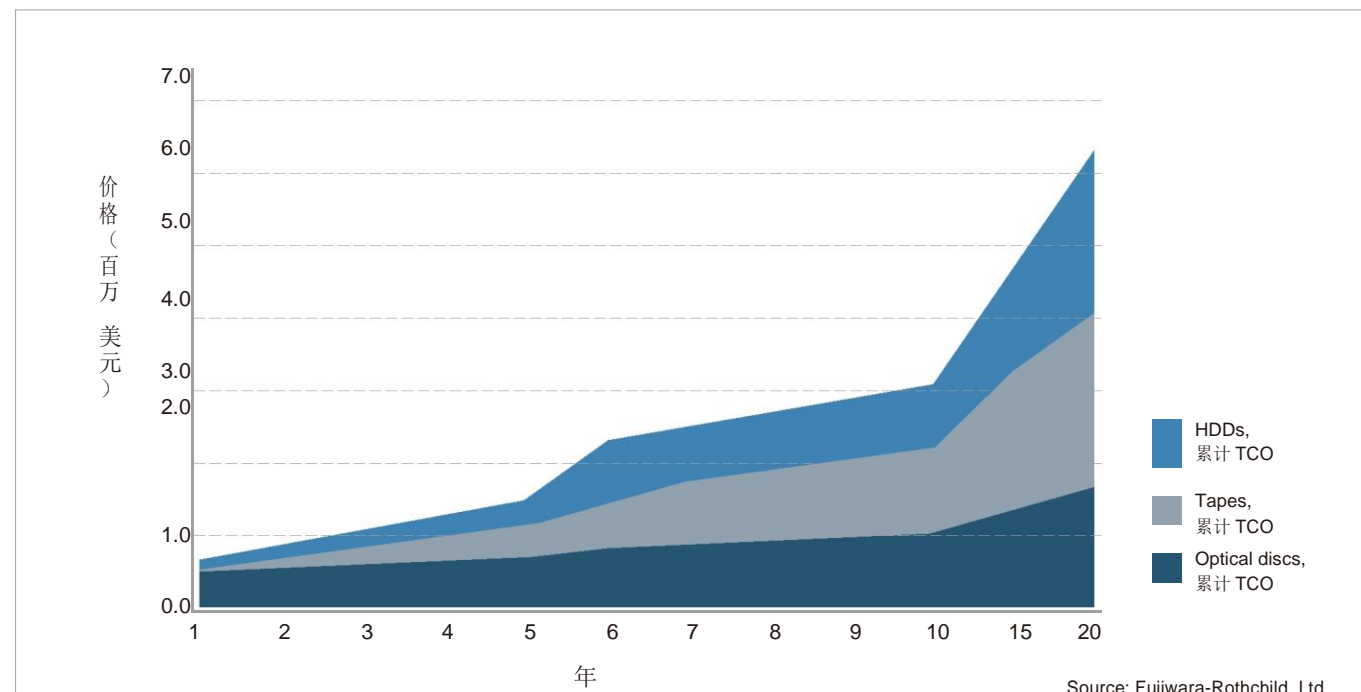
- 软件/硬件的导入成本
- IT 部门对数据保存的运维成本（包括因故障替换介质，定期点检，耗电，数据迁移等费用）

图 8 所计算的是典型的可预计支出（每年的耗电，定期点检，系统升级，数据迁移）的累计费用。初期及短期内的拥有成本并无很大差别，从长远来看差距会越来越大。从第 20 年来看，硬盘的拥有成本约为光盘的 4 倍。磁带由于只向下兼容 2 代，数据迁移的成本很高。光盘除定期点检的费用外并无其他较高的费用的支出。因此如果构建 5 年以上的数据长期归档系统，光盘是较合适的存储介质。

需要注意的是，与 HDD 的增设费用主要为本体不同，光盘的构成需要从零开始购置，所以在初期费用方面相对硬盘较高。但是像「归档光盘」发展规划中所介绍的，随着光盘容量密度的提高，单比特价格逐渐降低，今后可能会出现初期投入也低于硬盘的情况。

*“典型的”定义：以上含有存储介质，设备安装等一切费用，以面向中大规模用户的价格进行估算的结果。数十 EB 到数百 EB 或 ZB 的大型数据中心会有较大差异，该计算并未包含在内。

Figure 8 介质 TCO 比较 (20 years)



TCO 比较案例.

以初期数据量 1PB 进行成本核算

- 硬盘: 故障更换, 服务器定期点检, 数据迁移, 能耗
- 磁带: 带库的定期点检及数据迁移.
- 光盘: 盘库的定期点检.

● 随机访问性

为了合规性而保存一定时间的数据，几乎不需要被读取，对于随机访问行的要求不是很强。但是对于有被访问可能的数据来说，随机访问性是非常重要的。

特别是在电影、电视等相关的影视产业，对于数据的随机访问性要求较高。如对于后期编辑的人员来说，LTO 系统存储的倒带等等等待时间会严重影响工作效率。在对数据进行编辑、检索时，为提高数据的读取效率，可灵活利用光盘的随机读取性。

●传输速度

一般情况下，单光驱的读写速度为 30MB/s，松下的蓝光光盘库产品为适应大规模归档数据而设计，对光盘的 12 面同时进行数据的读写*，可实现传输速度的高速化，达到 360MB/s。在使用 LTO7 的速度仅为 300MB/s(非压缩时)

*最小构成为 6 个光驱分别对光盘的 2 面进行读写。

云存储服务的探讨

云存储有很多模式，无法一概而论。但对于长期的数据归档需要注意几点内容。

例如云存储提供商可能根据需求对服务进行变更或终止，用户需要判断由云服务保存的重要数据是否会得到长期安全的保存而决定是否采用云存储模式。

采用云存储服务的初期，单位容量的价格很低，但随着数据量的不断增长，累计费用会成比例的不断增长，同时根据数据的读取产生的费用也会持续增多，需注意由此带来的 TCO 增加。对大规模数据进行 5-10 年的归档时，利用类似于光盘的长寿命介质是降低 TCO 的有效方式。

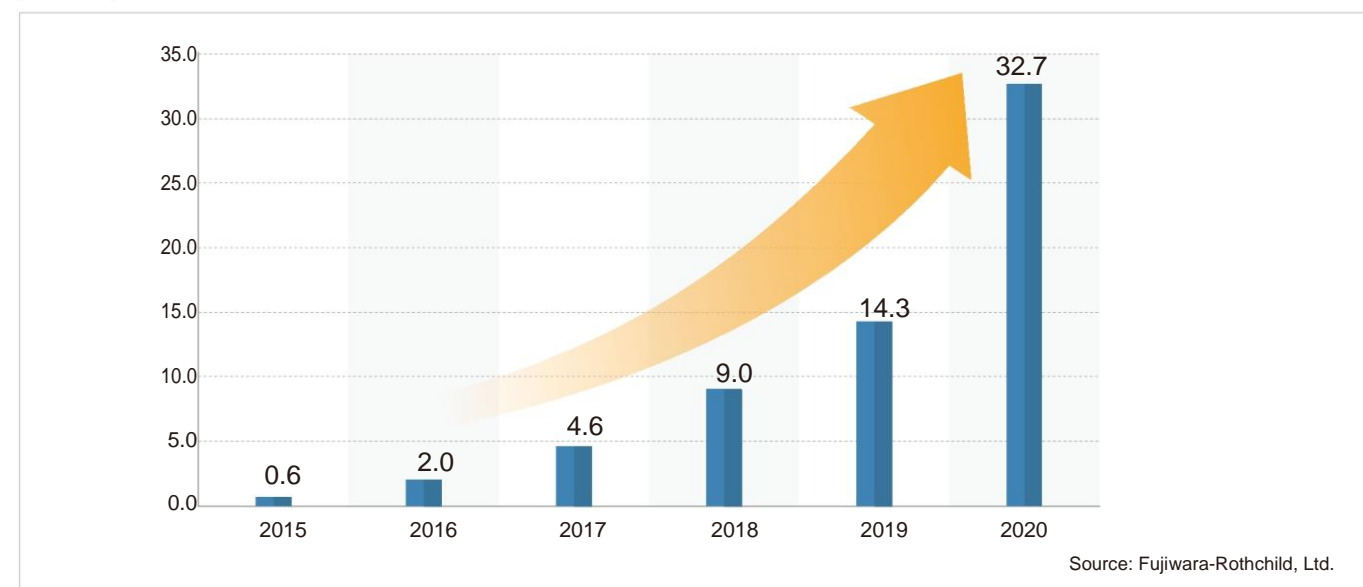
光盘数据归档的需求及动向

企业级市场的光盘出货量预测如图 9 所示。2015 年到 2020 年 5 年间平均成长率(CAGR)可达到约 94.5%。

随着光盘的容量密度与传输速度的不断改善，不仅是传统的离线市场，在近线归档市场的应用也会稳步增长。

美国的大型 SNS 厂商从 2015 年开始对光盘的归档系统进行测试，于 2016 年正式导入大容量光盘归档系统。面向企业级市场，光盘正在迈向一个全新的时代

Figure 9 企业级市场光盘出货量预测(单位: EB)



可持续性存储对社会的贡献

现代社会生成的数据中有 80%以上属于冷数据，选择合适的介质对数据进行长期的归档保存可以大幅降低耗电的同时，降低二氧化碳排放量，为抑制全球环境恶化作出贡献。

光盘归档功耗极低，无需调温空调控温，无需数据迁移。更能实现数据 50-100 年的长期存储，在现阶段是最适合应用于冷数据持续存储存储的介质。构筑合理的存储构架是当务之急。

Figure 10 光盘归档理念



4 松下电器的新挑战

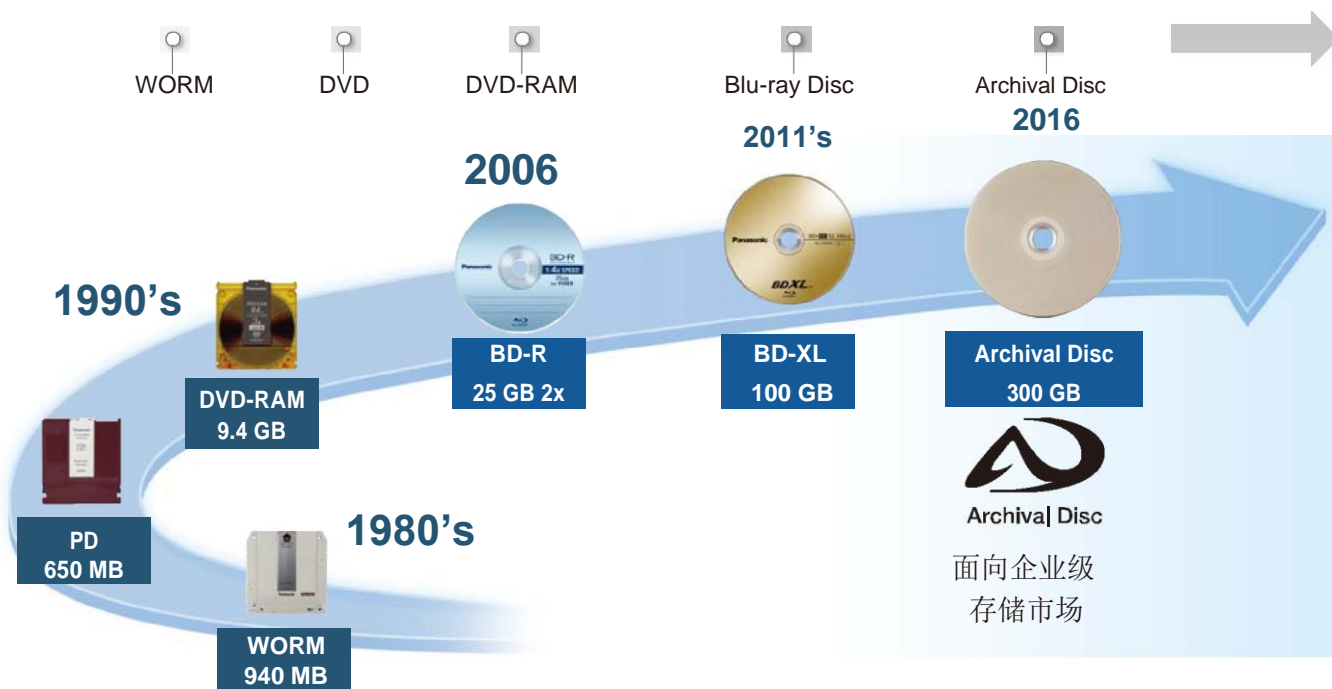
冷数据市场的变革

长久以来松下致力于民用市场蓝光盘的标准化及商品应用的研发推广。特别是针对大容量光盘，BD-R XL（3层）100GB 的标准化制定起到了核心的作用

结合应用相关技术基础，松下在 2013 年开发出 BD-XL100GB 光盘的归档级蓝光盘库「LB-DM9（最大容量 108TB/台）」，正式进入企业级归档市场。之后，与美国大型 SNS 厂商共同开发面向数据中心的归档系统「freeze-ray」。2016 年，后续产品，采用 300GB 归档级光盘的新系统「LB-DH7 系列（单机柜最大容量 1.9PB）」正式面市

结合光盘的高密度化技术，主要设备（光驱，机械构造等）技术，开发了易于使用的系统软件，结合了松下整体的技术开发力，希望能够为冷存储市场带来新的变革。

Figure 11 松下光存储技术开发史



光盘库的发展与演变

光盘单体记录介质广泛的被应用于数据归档。松下最新开发的光盘库归档系统可面向大型数据中心，可对规模在数十 PB 级别以上规模的冷数据进行归档。新产品更适用于数据容量不断增长的企业级市场。

图 12 为最新的蓝光盘库产品「LB-DH7 系列」的外观图。最小构成由基本单元（光盘刻录单元），含光盘刻录单元的扩展单元及底部单元各 1 台构成。最下部的底部单元为盘匣搬运设备。基本单元可容纳 76 个盘匣，每个盘匣由 12 张光盘，单盘匣容量 3.6TB。可通过追加可装载盘匣的扩展单元进行容量扩容。每组光盘刻录单元传输最高速度为 360MB/s*。根据使用需求，追加搭载多组刻录单元可实现系统的高速化。

* 松下基准测试值。实际刻录速度会受外界服务器等配置的影响

Figure 12 光盘库

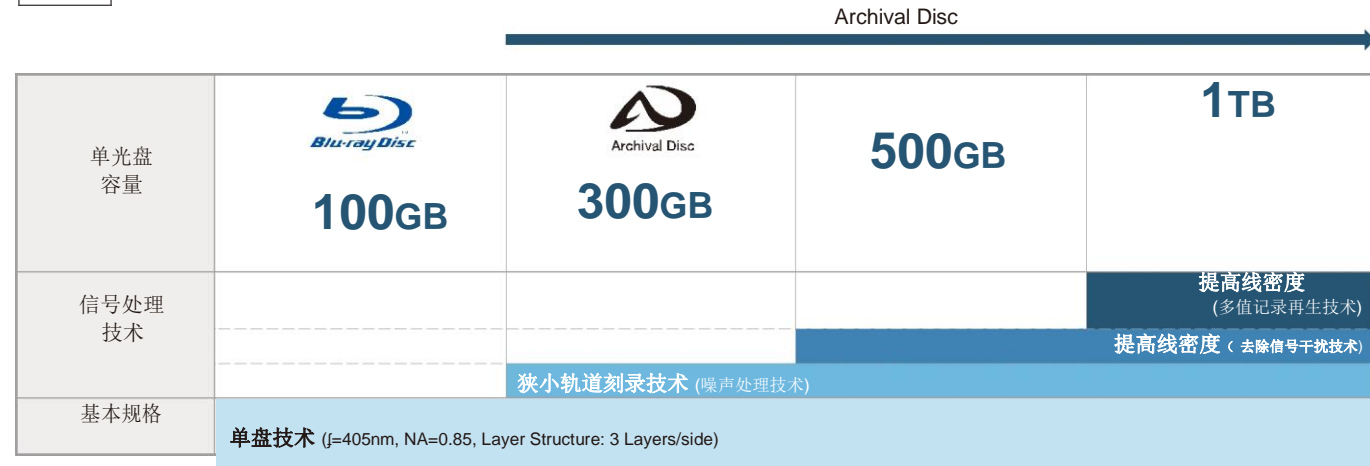


* 图片所示为转载在机柜里的光盘库产品

归档级光盘的标准化及发展方向

冷数据归档要求介质具备大容量、长寿命、价格低的特点。2014 年松下与索尼合作，开发了归档级大容量光盘标准「归档级光盘」，并制定了未来单光盘 1TB 容量的长远规划

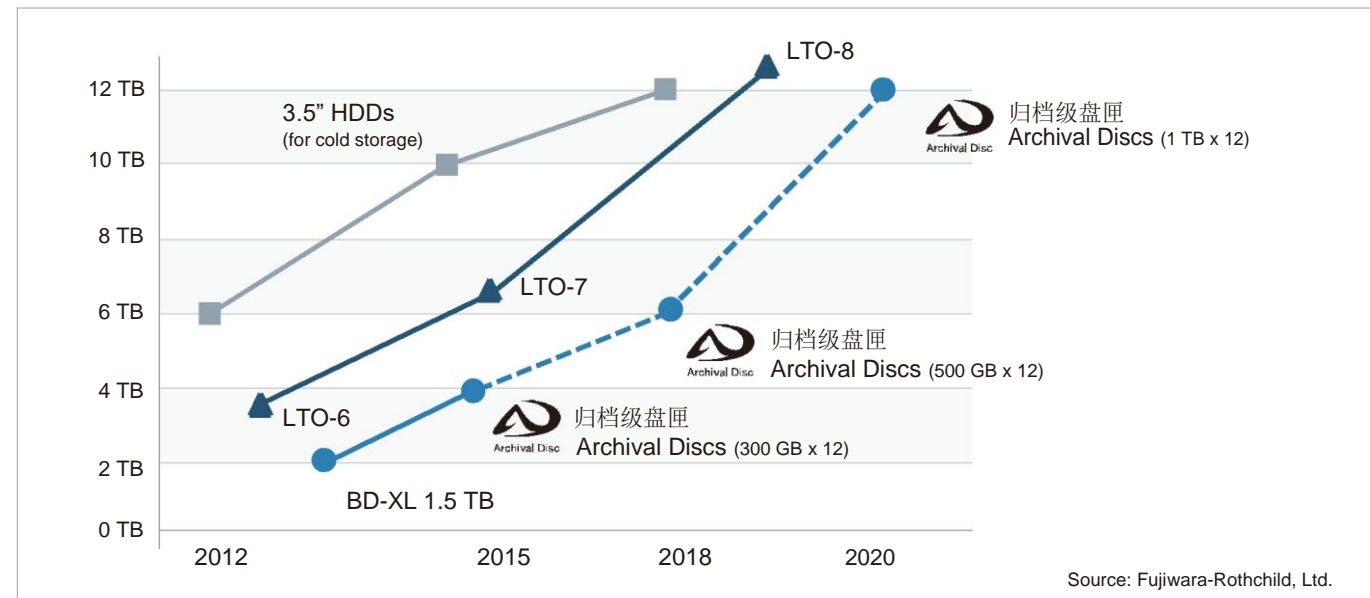
Figure 13 归档级光盘发展规划



第一代 300GB 光盘采用了光盘的 3 层与双面刻写技术，同时对光盘的两面同时进行读/写，满足了大容量和高速传输的需求。到 1TB 为止会维持 3 层可写技术，随着单位容量密度的不断提升，制造成本不断降低，成本与容量呈现反比例下降趋势。

如图 14 所示，各种介质的容量会不断增大，对每种介质进行分别比较时，以容纳 12 张归档级光盘的盘匣为单位进行计算。

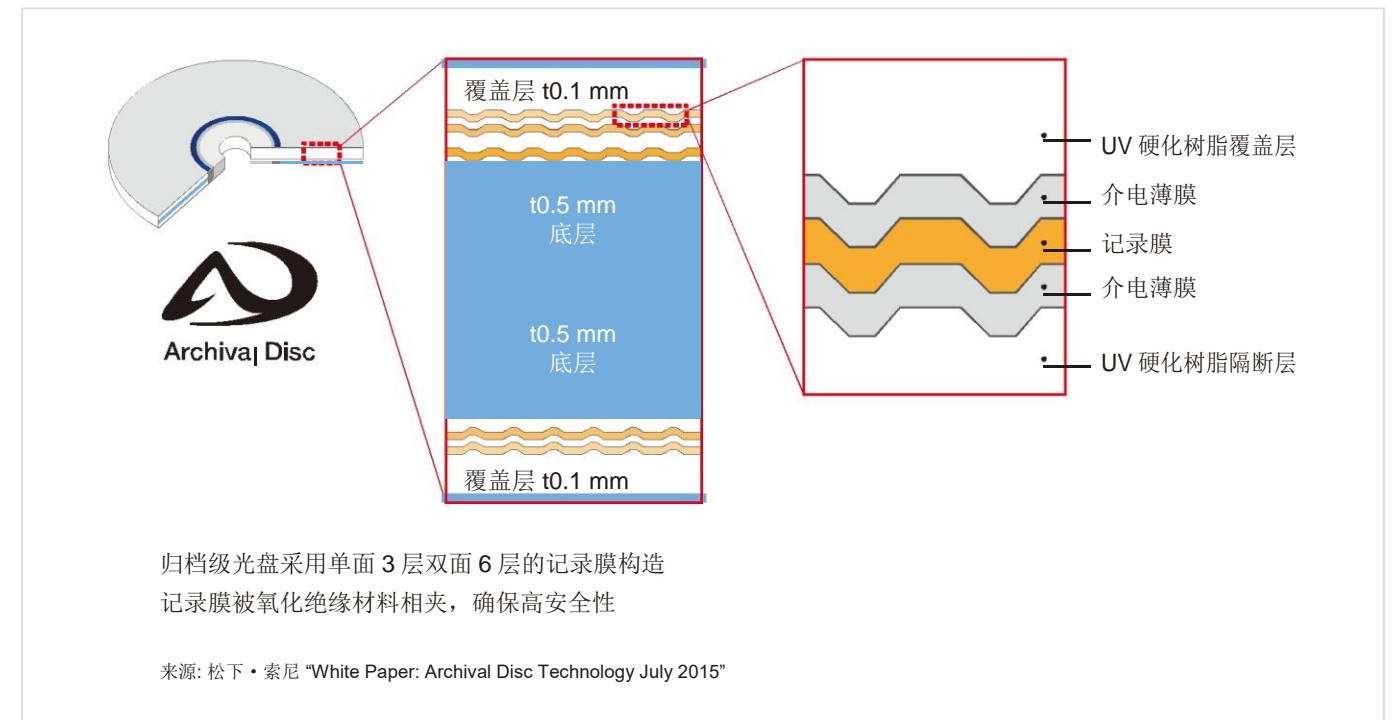
Figure 14 各介质容量增长比较



高密度光盘量产技术

制造高密度的光盘需要纳米级精度的卓越制造工艺以及对品质严格把控的能力。归档级光盘的构造如图 15 所示，单面 3 层双面 6 层的记录膜需保证在纳米精度级别形成，因此制造过程中的极微小的抖动都会导致记录膜品质的下降，影响数据长期保存的效果。松下有 30 年以上的光盘制造技术，通过长年累积的生产经验，可确保多层光盘量产化的成功，更能够稳定的满足市场需求

Figure 15 归档级光盘构造



方案合作伙伴

每个行业的用户对数据存储的需求千差万别，构筑合理的系统构成及应用的提案非常关键。松下与外部合作伙伴携手，打造能够广范围适用于各行业的系统构架。以下为部分案例。

Example 1:北京中科大洋科技发展股份有限公司（中国）

为了给中国广电行业带来更多的大数据存储方案选项，松下电器与北京中科大洋科技发展股份有限公司签署了战略合作协议。双方针对广电行业的应用场景和特有需求，共同努力为广电用户提供了高效、安全、可靠、长寿命、可扩展的冷数据长期存储解决方案。目前该方案已经应用于全中国 50 余家电视台。

Example 2: 某大型互联网公司（中国）

与中国某大型互联网公司合作，为该公司的云平台提供安全、可靠、低 TCO 的存储设备，打造了两地多中心，光磁混合的分级存储解决方案，满足了业务高效访问的同时，也保证了容灾备份业务所需的高可靠性。目前该公司已将近 200PB 的数据存储在松下蓝光光盘库中。

Example 3: 富士通 (日本)

日本富士通于 2016 年 5 月开始面向日本国内提供低成本高可靠的光盘库存储「FUJITSU Storage ENERNUS DA700」。该系统将松下提供的光盘库与富士通开发的智能管理软件整合成为整体解决方案。该方案集合了元数据的自动读取，追加及检索等功能，可由一级存储向 ENTERNUS DA700 进行数据迁移，对数据进行归档存储。富士通同时向需要大数据归档的用户进行光存储的提案

Example 4: Raidix (俄罗斯)

作为日系企业的代表，松下集团在莫斯科郊外斯科尔科沃创新中心设立了研发中心，以应对新项目立项需求。2016 年 6 月与现地企业 RAIDIX 签署合作协议，共同开发蓝光光盘库用归档专用软件。RAIDIX 是俄罗斯国内唯一一家由俄罗斯联邦通信与大众传媒部认定，开发数据存储软件的公司。开发完成后面向俄罗斯国内和全球市场推广。

5 光盘存储的应用

加速光盘存储应用的要因

扩大光盘存储应用范围的因素有两点，主要因素为大数据中的大部分均为非结构化数据，其次数据中心需要对大规模数据进行归档保存。以下为详细介绍

●非结构化冷数据的归档

非结构化数据是数据结构不规则或不完整，没有预定义的数据模型，不方便用数据库二维逻辑表来表现的数据，包括电子邮件，工作用文书，照片，动画等。松下的光盘库兼容纠删码和对象存储，适用于大规模非结构化数据的存储。大规模非结构化数据普遍存在于影像制作，广告企划，医疗，监控摄像的照片，视频，制造业品质保障，科学研发机关大量的实验数据，论文等数字化管理等领域。因此光盘冷数据归档的适用范围会逐步扩大。

●面向数据中心的冷数据归档

美国 Facebook 公司付总裁 Jay Parikh 于 2014 年 1 月在美国圣何塞召开的 OCP U.S. Summit 2015 发表了使用 100GB 蓝光光盘对数据进行归档的原型机。该系统在 Facebook 的数据中心设计应用于保存用户上传的大量照片，动画。与先用存储方式相比，可降低运维成本 50%，降低能源消耗 80%。由于 Facebook 的首先采用，蓝光归档在数据中心业界关注度越来越高

基于光盘优势的应用场景

到目前为止，我们已经了解了光盘存储的特性和它的市场增长的潜能，最后，我们会从 3 个方面讨论光盘存储带来的最大化收益的应用场景。

1. 长期归档

依据法律法规及企业政策,对需要长期存储的数据进行归档.

2. 备份

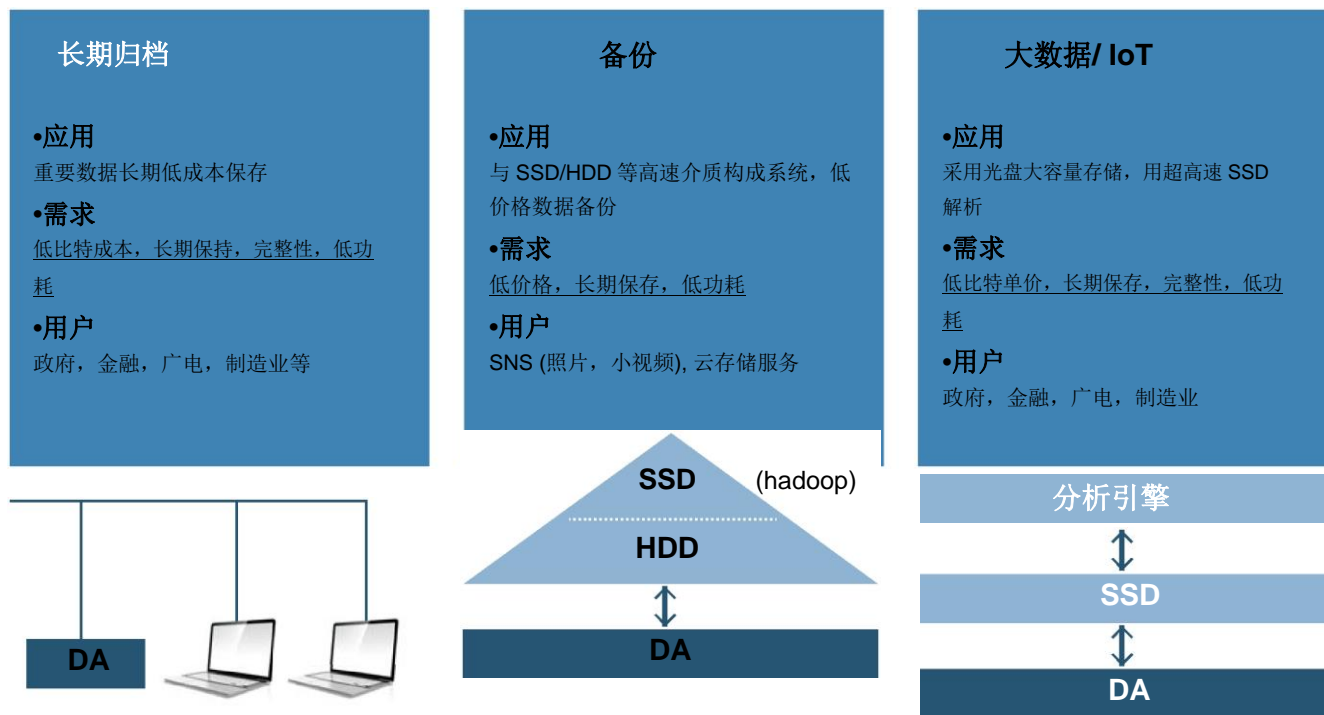
适用于活跃数据多份备份中的一份或几份。在备份中,特别是采用纠删码*的情况下,可以使用光盘加硬盘的模式,可以大幅提高利用效率及信赖性.

*纠删码 (Erasure Coding) : 将目标数据分割成片段, 添加 Reed-solomon 编码, 将片段分散保存于存放于媒介。即使分割后的部分数据丢失, 也可以恢复目标数据。一般情况下, 编码的容量为目标数据的 20%-40%。与多重备份相比物理介质的利用率更加高效

3. 大数据存储

利用与研究机关的实验数据, 制造业的检查数据, 传感器数据的收集等相关的 IoT 等大数据可以创造出新的企业价值。可实现数据存储于光盘中, 在超高速的 SSD 中进行分析的这种合理的架构。

Figure 16 光盘存储用途



*图中的 DA 指光盘库 (Data Archiver) .

冷归档的市场变革

随着具备大容量, 高传输速度的新世代光存储不断发展, 冷归档市场正在不断变化。期待着期待光存储能够为冷数据归档存储的做出更多应有贡献。 .

Figure 17 用途

